Stratigraphische und mikropaläontologische Untersuchungen des Braunkohlengebietes von Baccinello

(Provinz Grosseto - Italien)

Inauguraldissertation

zur
Erlangung der Würde eines Doktors der Philosophie
vorgelegt der
Philosophisch-Naturwissenschaftlichen Fakultät
der Universität Basel

von
Hans Georg Lorenz
aus Mailand

1966

MILANO
TIPOGRAFIA EDITORIALE IDOS
1968

Genehmigt von der Philosophisch-Naturwissenschaftlichen Fakultät auf Antrag der Herren Professoren L. VONDERSCHMITT und M. REICHEL.

Basel, den 29. November 1966

Prof. W. HABICHT
Dekan

UNIV.
LEIDEN
BIBL.

Separatabdruck aus « Rivista Italiana di Paleontologia e Stratigrafia », vol. 74, n. 1, 1968.

Riv. Ital. Paleont.	v. 74	n. 1	pp. 147-270	tav. 13	Milano 1968

STRATIGRAPHISCHE UND MICROPALÄONTOLOGISCHE UNTERSUCHUNGEN DES BRAUNKOHLENGEBIETES VON BACCINELLO (PROV. GROSSETO - ITALIEN)

HANS GEORG LORENZ

Riassunto. Nel presente lavoro viene eseguito uno studio stratigrafico-paleontologico della zona di Baccinello (Prov. di Grosseto) dove, nel 1958, fu recuperato dal banco di lignite allora coltivato uno scheletro quasi completo di *Oreopithecus bambolii* Gervais. La zona lignitifera di Baccinello rappresenta la parte meridionale di uno di quei numerosi bacini neogenici di subsidenza, la cui genesi è connessa alla tettonica di stabilizzazione postparossistica seguente l'orogenesi appenninica.

Dal punto di vista stratigrafico il bacino lignitifero di Baccinello viene caratterizzato da una serie del Miocene superiore (della potenza di qualche centinaio di metri), che sovrasta in discordanza gli scisti argillosi pieghettati ed i calcari selciferi del substrato (« Argille scagliose » s.l.); essa viene a sua volta ricoperta da masse ciottolose trasgressive e da peliti marine. La litologia ed il contenuto faunistico del Neogene vengono descritti dettagliatamente mediante diverse sezioni.

Con faune a Vertebrati e Molluschi si è potuto dimostrare che la parte pleiocenica della serie di Baccinello appartiene ad un'età corrispondente al Messiniano. Soltanto per la parte basale della serie, a causa della mancanza di fossili significativi, sussiste la possibilità di un'appartenenza al Tortoniano superiore. La comparsa di *Hipparion* nella parte superiore della serie di Baccinello è di grande importanza stratigrafica, poiché essa può essere correlata con la prima apparizione degli *Hipparion* in Europa in seguito a migrazione. Ne deriva la suddivisione della serie del Miocene superiore di Baccinello in una parte inferiore di probabile età sarmaziana ed in una superiore appartenente al Pontico s.l. Non è stato possibile attribuire a quest'ultima un'età più precisa (Meotiano o Pontico s.str.), a causa della mancanza di fossili di ristretto significato biostratigrafico. La probabile età sarmaziana della parte inferiore è stata invece confermata da Molluschi salmastri e d'acqua dolce.

La correlazione della serie di Baccinello con il neostratotipo del Messiniano nella Sicilia centrale non è possibile per le marcate differenze di facies. Anche un confronto su base paleontologica con le formazioni coeve del territorio a sud dell'Arno non dà risultato, in quanto i fossili in comune non soltanto mostrano una marcata dipendenza dall'ambiente, ma anche ampia distribuzione stratigrafica. Per la maggior parte della serie di Baccinello si possono quindi fare confronti soltanto sulla base dell'età stabilita indipendentemente per le singole serie. Da ciò derivano le seguenti equivalenze:

a) La parte basale della serie di Baccinello corrisponde dal punto di vista cronologico e litologico alla cosiddetta « Serie lignitifera ».

b) Il tratto superiore della parte sarmaziana della serie di Baccinello mostra corrispondenze con il Messiniano marino (Calcare di Rosignano dei Colli Livornesi), pur presentando considerevoli differenze nella costituzione litologica.

c) L'orizzonte ad *Hipparion* e gli strati sovrastanti corrispondono all'incirca cronologicamente alle unità del Messiniano medio dei Colli Livornesi.

d) Confronti fra le potenze delle serie in questione, uniti ad argomentazioni paleontologiche e paleogeografiche, fanno pensare che gli equivalenti delle formazioni evaporitiche messiniane siano stati erosi a Baccinello prima della trasgressione pliocenica.

Da ciò deriva una lacuna stratigrafica comprendente il Pontico s. str. od eventualmente anche soltanto parti di esso.

Sono state constatate tre fasi tettoniche che hanno prodotto in prevalenza faglie normali; una prima fase appartiene alla parte terminale del Miocene superiore, una seconda è di età infrapliocenica, una terza infine è compresa nell'intervallo fra Pliocene medio e Quaternario antico.

Zusammenfassung. Die vorliegende Arbeit befasst sich mit der Untersuchung der neogenen Serie des Gebietes von Baccinello in der südtoskanischen Provinz Grosseto, wo im Sommer des Jahres 1958 ein fast vollständiges Skelett von *Oreopithecus bambolii* Gervais aus dem dortigen Kohlenflöz geborgen werden konnte.

Das Braunkohlengebiet von Baccinello stellt den südlichsten Teil eines jener neogenen Senkungsbecken dar, wie sie in der westlichen Toskana in grösserer Anzahl anzutreffen sind und deren Entstehung in engem Zusammenhang mit der auf die Heraushebung der Appenninen folgenden postparoxismalen Stabilisierungstektonik steht. Stratigraphisch ist das Becken von Baccinello durch eine mehrere hundert Meter mächtige, obermiocaene Serie charakterisiert, die diskordant den stark verfalteten Tonschiefern und kieseligen Kalken des Beckenuntergrundes aufliegt und ihrerseits von pliocaenen transgressiven Schottermassen und marinen Peliten überlagert wird.

Die Lithologie und der faunistische Inhalt der neogenen Serie werden anhand eines Übersichtsprofils und mehrerer Detailprofile sehr eingehend beschrieben. Auf Grund der in der obermiocaenen Serie von Baccinello enthaltenen Vertebraten konnte diese in eine untere, wahrscheinlich dem Sarmat zuzuordnende Partie, und einen oberen in das Pontien s.l. gehörenden Teil gegliedert werden. Zwischen den obermiocaenen und den pliocaenen Sedimenten, die auf Grund von Mollusken- und Foraminiferenfaunen insgesamt dem unteren Pliocaen zugeordnet werden konnten, befindet sich eine Schichtlücke, die mit grosser Wahrscheinlichkeit das Pontien s. str. umfasst.

Während eine Korrelation der obermiocaenen Serie von Baccinello mit dem zeitlich äquivalenten Typ-Messiniano in Mittelsizilien durch ausgesprägte fazielle Unterschiede verunmöglicht wird, lassen sich wenigstens für den unteren Teil der Serie von Baccinello gewisse Ähnlichkeiten mit dem Obermiocaen in der Gegend südlich des Arno feststellen.

Bezüglich der Tektonik konnten drei Bruchphasen, die zur Bildung von vorwiegend antithetischen Verwerfungen geführt haben, erkannt werden: eine oberstmiocaene, eine unterpliocaene und eine in das Intervall Mittelpliocaen-Altquartär fallende Phase.

Vorwort.

Die vorliegende Studie ist inspiriert worden durch die Begegnung mit jener eigenartigen toskanischen Landschaft an der tyrrhenischen Küste, die auch unter dem Namen Maremma bekannt ist. Diese Begegnung verdanke ich der Mitarbeit bei der Bergung der neuen *Oreopithecus*-Funde von Baccinello/Grosseto. Dabei hat sich mehr und mehr die Notwendigkeit einer gründlichen stratigraphischen Untersuchung der Sedimentserie mit dem berühmten « Grosseto-Lignit » ergeben, da die Gliederung und Einstufung dieser mächtigen Ablagerungen noch ziemlich umstritten war. Angesichts der sonnendurchglühten, meist fossilarmen, oft an « Badlands » erinnernden Hänge und Erosionsrinnen und der weiten mit Gras und Getreide bewachsenen Flächen, schienen die Schwierigkeiten für mich Neuling zunächst unüberwindlich. Schliesslich gelang es aber doch ein verhältnismässig grosses Material zusammenzutragen und damit ein Bild zu entwerfen, das vielleicht als erste Diskussionsbasis dienen

kann (1). Ohne die grosszügige Unterstützung und den Rat erfahrener Fachleute hätte ich mir jedoch kaum je ein eigenes Urteil bilden können, noch wäre es möglich gewesen, die grossen Schwierigkeiten zu überwinden und die gestellte Aufgabe einer Lösung entgegenzuführen. So ist es mir ein besonderes Bedürfnis und auch eine grosse Freude, allen jenen zu danken, die mir in dieser Arbeit ihre Hilfe haben zuteil werden lassen.

Vor allem möchte ich meinem sehr verehrten Lehrer, Herrn Prof. Dr. L. Vonderschmitt für die freundliche Aufnahme, die ich an seinem Intitut in Basel gefunden habe, sowie für sein stetes Interesse und seine wertvollen Ratschläge, die viel zum Zustandekommen dieser Arbeit beigetragen haben, herzlichst danken.

Besonders bin ich auch Hernn Prof. Dr. M. Reichel dafür verpflichtet, dass er mich in die Paläontologie eingeführt und mir jederzeit grosszügige Unterstüzung in mikropaläontologischen Fragen zuteil werden liess.

Von den Herrn Proff. Dr. H. P. Laubscher und Dr. H. Schaub konnte ich auch anlässlich von Besuchen in meinem Dissertationsgebiet manche förderliche Anregungen entgegennehmen, wofür ihnen bestens gedankt sei.

Besonders danken möchte ich Herrn Dr. J. Hürzeler für viele fruchtbare Diskussionen und für die Bestimmung und stratigraphische Auswertung der in Baccinello aufgesammelten Wirbeltierreste.

Grosser Dank gebührt auch Herrn Dr. H. G. Kugler, der mir sehr wertvolle Hilfe bei der Aufnahme des Standardprofils gewährt hat; nur dank seiner grosszügigen Mitwirkung was es möglich, das Liegende der Braunkohle und den Kontakt mit dem bekkensubstrat freizulegen.

Ebenfalls bestens danken möchte ich Frau Prof. S. Gillet (Strasbourg) für die Bearbeitung der obermiocaenen Mollusken von Baccinello.

Auch dem leider kürzlich verstorbenen Dr. h.c. F. Woltersdorf bin ich für die Bestimmung der pliocaenen Macrofossilien zu grossem Dank verpflichtet.

Frau Prof. Dr. M. B. Cita (Mailand), Herrn Prof. Dr. H. M. Bolli (Zürich), Frl. Dr. I. Premoli-Silva (Mailand) und meinem ehemaligen Studienkameraden Dr. H. P. Luterbacher (Bègles) verdanke ich wertvolle Beihilfe bei der Bestimmung von planktonischen Foraminiferen.

Für palynologische Analysen einer Anzahl von Lignitproben gebührt Herrn Dr. L. Benda, für die Bestimmung der brackischen und marinen Ostracoden den Dres. G. Lüttig und B. von Moos bester Dank.

Herrn Dr. V. Trommsdorf bin ich für die Beratung in mineralogisch-petrographischen Fragen, Herrn Dr. K. Rohr für die Auswertung der Luftaufnahmen zu Dank verpflichtet.

In besonders guter Erinnerung ist mir das Zusammentreffen mit Dr. E. Davico (Genova) in meinem Untersuchungsgebiet geblieben.

Zum guten Gelingen meiner Arbeit haben auch häufige Diskussionen mit meinen ehemaligen und derzeitigen Studienkameraden wesentlich beigetragen. Ihnen sei allen aufs Herzlichste gedankt.

Nicht vergessen möchte ich die Bewohner von Baccinello und Umgebung, die mich beherbergt haben, oder bei denen ich auf abgelegenen Höfen bei schlechtem Wetter Obdach gefunden habe. Beim Durchgehen dieser Arbeit werde ich mich immer und gerne der heissen und doch so schönen Tage in diesem Teile Italiens und der vielen Leute erinnern, denen ich dabei begegnet bin.

---

(1) Die Feldaufnahmen erstreckten sich mit einigen Ausnahmen zumeist auf die Sommermonate der Jahre 1959-1964; die Verarbeitung des gesammelten Materials, die micropaläontologischen Untersuchungen und die Abfassung des Textes wurden im Geologisch-Paläontologischen Institut der Universität Basel durchgeführt, wo sich zur Zeit auch die lithologische Belegsammlung befindet. Das gesamte paläontologische Material wurde hingegen auf dem Basler Naturhistorischen Museum hinterlegt.

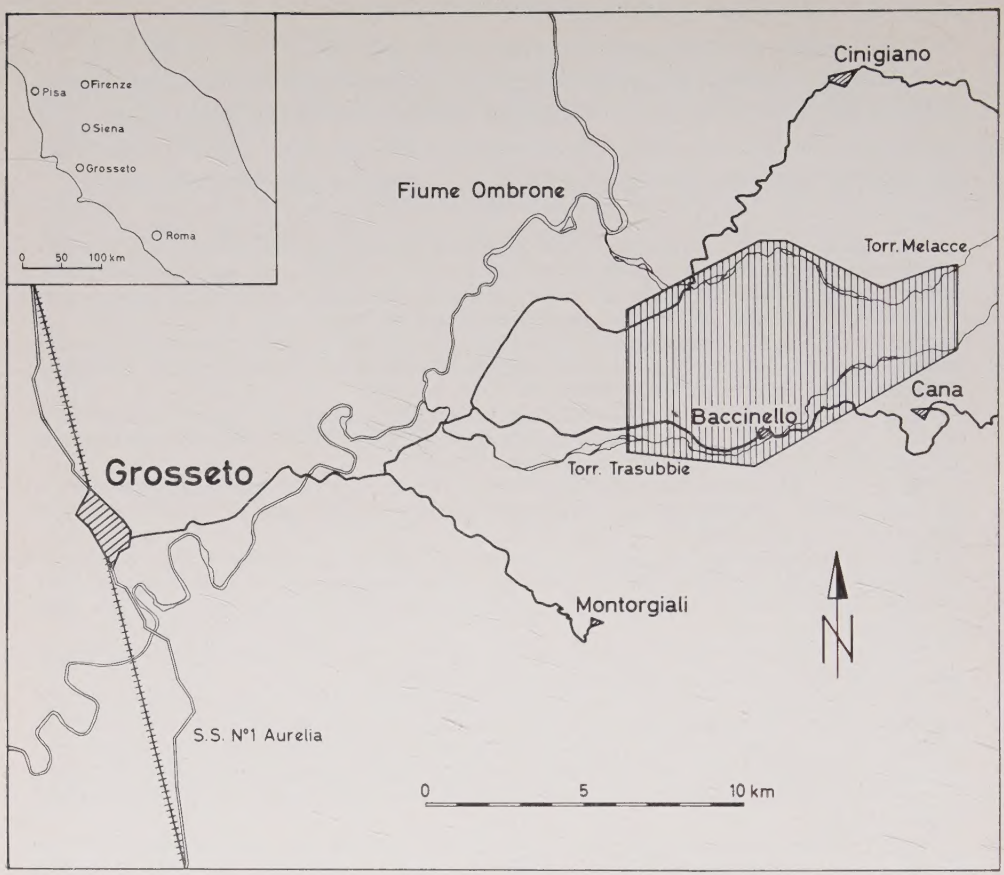


Fig. 1

Einleitung.

Lage des Untersuchungsgebietes. Die vorliegende Arbeit befasst sich mit der Detailuntersuchung der Geologie des Braunkohlengebietes von Baccinello und Cana, welches den südlichsten Teil eines neogenen Senkungsbeckens darstellt, dessen Ränder im Süden, Osten und Nordwesten unseres Untersuchungsgebietes erkenntlich sind, das sich aber gegen Norden ca. 14 km über die Begrenzung der bearbeiteten Gegend hinaus bis an den Orcia-Fluss erstreckt. Über die genaue Lage unseres Untersuchungsgebietes orientiert Fig. 1.

Als Unterlage für die geologische Kartierung standen uns die vom I.G.M. (Istituto Geografico Militare) im Masstab 1 : 25.000 herausgegebenen

Blätter Polveraia, Cana und Cinigiano (F. 128: II NW, II NE, und I SE) der italienischen Landeskarte sowie Luftaufnahmen zur Verfügung.

Bisherige Untersuchungen. Eine eingehende geologische Bearbeitung hatte das Gebiet von Baccinello vor unseren Untersuchungen nicht erfahren. Wohl erschienen im Zusammenhang mit der bereits gegen Ende des 19. Jahrhunderts begonnenen Ausbeutung der Braunkohle verschiedene Arbeiten (1) über die Lignitformation von Baccinello, doch haben sich ausser Falini (1948) alle Autoren verständlicherweise weniger mit den allgemeinen geologischen Problemen, als vor allem mit bergbautechnischen und kohlenpetrographischen Fragen befasst. Falini, dessen Untersuchungen hauptsächlich auf die Fortsetzung des in den Revieren von Baccinello und Cana damals schon zum Grossteil abgebauten Flözes ausgerichtet waren, vermittelt auch einen guten Überblick der stratigraphischen und tektonischen Verhältnisse in der näheren Umgebung der ehemaligen Grubenbezirke (Baccinello und Gegend SE des oberen Trasubbielaufes). Eine stark schematisierte geologische Übersichtskarte ergänzt seine Ausführungen. Von Novarese (1908) und De Castro & Pilotti (1933) übernimmt obiger Autor die altersmässige Einstufung der Serie von Baccinello in das obere Miocaen (Pontico) und der darüberliegenden marinen Formationen ins Pliocaen, führt jedoch dafür nur sehr dürftige, lediglich auf Mollusken begründete biostratigraphische Argumente an.

Bei der Suche nach neuen Belegen von *Oreopithecus* (2) richtete J. Hürzeler von 1950 an sein Augenmerk auf die später (1956) wieder in Betrieb gesetzte Braunkohlenmine von Baccinello. Gleichzeitig hat H. De Terra im Auftrag der Wenner-Gren Foundation for Anthropological Research (New York) die geologische Situation der Gegend von Baccinello einer Prüfung unterzogen und die Ergebnisse seiner Untersuchungen in der Notiz « New approach to the man's origin » (1956) veröffentlich. Darin bietet der Autor einen sehr guten stratigraphischen Überblick über die Serie von Baccinello, der jedoch nicht ganz dem von uns festgestellten

---

(1) Stoppani A. (1880) - Cenni sulle nuove miniere di lignite in territorio di Cana, Milano. (Von De Castro & Pilotti zitiert).

Novarese V. (1908), siehe Literaturverzeichnis.

Pulle G. (1915) - I giacimenti lignitiferi della valle media dell'Ombrone ed il possibile sfruttamento della zona ad ovest di Cana. L'industria chimica, mineraria e metallurgica, a. II, n. 5-6, Torino. (Von De Castro & Pilotti zitiert).

Pacchioni A. (1916) - La lignite del Baccinello (Cana), Roma. (Von De Castro & Pilotti zitiert).

De Castro C. & Pilotti C. (1933), siehe Literaturverzeichnis.

Falini F. (1949), siehe Literaturverzeichnis.

(2) Alle das *Oreopithecus*-Problem betreffenden paläontologischen Fragen werden von J. Hürzeler (1958) erörtert.

Sachverhalt entspricht (siehe p. 158). Bezüglich des Alters des *Oreopithecus*-führenden Lignits und der darüberfolgenden kontinentalen Ablagerungen, glaubt H. De Terra auf Grund der in der Kohle und einem höheren Horizont enthaltenen Vertebratenfaunen auf Pontien schliessen zu dürfen. Dieser Standpunkt war zur damaligen Zeit durchaus vertretbar.

Während unsere Untersuchungen noch im Gange waren, veröffentlichte M. Teichmüller (1963) die Resultate von kohlenpetrographischen Analysen von einer Anzahl ihr durch H. De Terra überlassenen Muster des Braunkohlenflözes von Baccinello. Da wir uns im Text näher damit befassen werden, erübrigt es sich bereits an dieser Stelle auf diese wichtige Arbeit einzugehen.

Ferner hat G. Lüttig (1958, 1959 a, b, 1962, 1966) in seinen Arbeiten über das mittelitalienische Pliopleistocaen, denen vor allem regionaler Charakter zukommt, das Gebiet von Baccinello verschiedentlich erwähnt und die dort vorhandene kontinentale Serie, an deren Basis die *Oreopithecus*-führende Kohle auftritt in seine Petroio-Stufe, die darüberfolgenden Sedimente in seine Pienza-Stufe verwiesen, wobei zu bemerken ist, dass Lüttig's Petroio-Stufe ungefähr dem Messiniano und die Pienza-Stufe dem unteren Pliocaen der italienischen Einteilung entspricht (1).

Diese kurze Behandlung der vor dem Beginn unserer Untersuchungen und während derselben erschienenen Publikationen abschliessend sei noch eine paläobotanische Arbeit über die Characeen aus dem Baccinello-Lignit von M. Tongiorgi (1956) erwähnt.

Der nun folgende Text befasst sich fast in seinem ganzen Umfang mit der Stratigraphie und der genauen Bestimmung des Alters der im Senkungsbecken von Baccinello ungehäuften Sedimente mit Hilfe von Macro-und Microfaunen. Erst im Anschluss daran wird etwas näher auf die Tektonik unseres Untersuchungsgebiets eingegangen werden.

STRATIGRAPHIE

Überblick

Der besseren Übersichtlichkeit halber sei der eingehenden stratigraphischen Untersuchung der neogenen Serie des Lignit-Beckens von Baccinello und Cana eine summarische Beschreibung der lithologischen

(1) In der zuletzt erschienenen Arbeit (Lüttig, 1966) ist in einem für die Gegend von Baccinello gültigen Säulenprofil im Liegenden des Lignithorizonts eine mächtige, das gesamte Torton umfassende, marine Schichtserie eingetragen, die uns weder aus dem Gebiet von Baccinello, noch von den übrigen Braunkohlengebieten der Provinz Grosseto (Ribolla, Casteani) bekannt ist.

Einheiten, die in der beigelegten geologischen Karte ausgeschieden werden konnten, vorausgeschickt. Auch Angaben über das Alter der Schichtfolge seien in groben Zügen schon hier vorweggenommen; die Begründung für die chronostratigraphische Zuweisung der einzelnen Formationen wird in einem gesonderten Kapitel diskutiert werden.

Die neogene Serie von Baccinello kann in einen obermiocaenen, vorwiegend kontinentalen und einen unterpliocaenen, z.T. marinen Schichtkomplex unterteilt werden, wobei sich folgende lithologische Einheiten unterscheiden lassen.

Die Obermiocaene Schichtfolge.

Vom Liegenden ins Hangende:

mcb Basiskonglomerat, in sandig-siltigem, manchmal tonigem Bindemittel, teilweise durch oberflächliche Einflüsse rötlich verfärbt. Mit grauwackenartigen Sandsteinen und feinpsammitischen bis pelitischen Sedimenten alternierend. Mächtigkeit 15-35 m.

mlg Wechsellagerung von mehr oder weniger mergeligen Tonen, Silten und Sanden, an deren Basis ein durch das Vorkommen von häufigen Vertebratenresten charakterisiertes, bis zu drei Meter mächtiges Lignitflöz auftritt. Mächtigkeit ca. 30-40 m.

mcg Konglomerat in vorwiegend rotem, meistens sandigem, mergelig-tonigem Bindemittel, vorwiegend aus sandigen Komponenten von Macigno-Typus (1) bestehend. Kommt nur im südwestlichen Bezirk des Untersuchungsgebietes (nähere Umgebung von Baccinello) vor, wo es die Lignit-führenden Schichten überlagert, oder diese seitlich ersetzt. In letzterem Fall bildet es eine Einheit mit dem Basiskonglomerat mcb (Fosso del Pian Calcinaio). Mächtigkeit ca. 15-40 m.

ms Wechsellagerung von feinen Konglomeraten, Sanden, Silten und Mergeln, welche häufig feinstes lignitisches Material enthalten. Durch eine an Individuen sehr reiche Brack- und Süsswasserfauna charakterisiert, in welcher in überwiegender Anzahl Cardien auftreten. Ca. 10-20 m mächtig.

mv Alternanz von Sanden mit feinkonglomeratischen Einschlüssen, Silten, Mergeln und Tonen mit verhältnismässig häufigen Resten von Wirbeltieren. Biostratigraphisch kann diese Formation in einen unteren sarmatischen und einen oberen pontischen (s.l.) Abschnitt unterteilt werden. In lithostratigraphischer Hinsicht kann hingegen keine entsprechende Gliederung durchgeführt werden, weshalb auf eine gesonderte kartographische Darstellung der beiden Abschnitte verzichtet werden musste. Mächtigkeit ca. 270 m.

mc Dünngebankte Süsswasserkalke, dicht und vielfach sandig in den höheren Lagen, kreidig und mergelig im unteren Teil. Meistens ein geringmächtiges Lignitflöz einschliessend. Zum Teil stark fossilführend (*Melanopsis, Dreissensia*). Gewisse Lagen strahlen beim Anschlagen einen stark bituminösen Geruch aus. Ca. 15-40 m mächtig.

Die Serie des Unterpliocaens.

pp Polimiktes Konglomerat, auch grobe Komponenten (20 cm ∅) führend mit linsenförmigen Einlagerungen von fast durchweg sandigen Tonen und Mergeln, sowie von grobkörnigen Sandsteinbänken. Angebohrte Gerölle. Bis 100 m.

pbc Kalkig zementierte Muschelbrekzie, zur Hauptsache aus Trümmern von Mollusken und litoralen Foraminiferen bestehend, z.T. mit grobklastischem Material vermischt. Nur lokal verbreitet und sehr geringmächtig. (1-2 m).

---

(1) Als Macigno wird ein quarz-und glimmerreicher, Feldspat-führender, oligocaener Flyschsandstein bezeichnet, der die höchste Einheit der allochthonen toskanischen Serie darstellt (siehe E. Giannini, R. Nardi & M. Tongiorgi, 1962).

pm Mehr oder weniger sandige marine Tone und Mergel mit einer reichen Micro- und Macrofauna. Linsenförmige Zwischenlagen von extrem feinkörnigen, sterilen Dolomitbänken. Gipskristalle kleiner Ausmasse. Im Untersuchungsgebiet bis zu 100 m mächtig.

Detaillierte stratigraphische Beschreibung der Serie von Baccinello

Die Obermiocaene Schichtfolge.

Die lakustrische und limnische Serie des Lignitbeckens von Baccinello und Cana soll anhand eines Übersichtsprofils und verschiedener ausführlicher Darstellungen von Aufschlüssen, die sich entweder durch charakteristische Fossilien oder ausgeprägte lithologische Merkmale auszeichnen, eingehend beschrieben werden.

Übersichtsprofil (siehe Fig. 2 und 3) (1).

Geographische Lage. Infolge tektonischer Störungen, Gehänge- und Bachschuttbedeckung konnte im ganzen Untersuchungsgebiet nirgends ein zusammenhängendes Profil aufgenommen werden, das alle stratigraphischen Einheiten der neogenen Serie vom Beckenuntergrund bis in die marinen Sedimente des Pliocaens erfasst. Am besten liess sich die Abfolge der Schichten noch im oberen Trasubbietal, nordwestlich Le Strette, rekonstruieren, wo mit Ausnahme des Abschnittes vom Lignitflöz zu den *Cardium*-Schichten die gesamte obermiocaene Serie ziemlich gut aufgeschlossen ist. In einem heute nicht mehr zugänglichen Schrägstollen konnten lithologische Angaben über die an der Oberfläche nirgends exponierte Partie der Serie ermittelt werden. In Ergänzung dazu wurden leider nur sehr mangelhaft aufgezeichnete Ergebnisse von verschiedenen, in dieser Gegend auf das Lignitflöz abgeteuften Bohrungen herangezogen.

Die basale Partie der Serie wurde im Unterlauf des Fosso della Fittaia (linker Zufluss des Trasubbie, bei P. 189 in diesen mündend) aufgemessen, wo sich der einzige heute noch sichtbare Ausbiss des seinerzeit abgebauten Lignitflözes befindet. Hier konnte auch das Liegende der Kohle bis zum Kontakt mit den Sedimenten des Beckenuntergrundes verhältnismässig mühelos vom Bachgeschiebe entblösst werden.

In geringer Entfernung davon konnten am gegenüberliegenden Trasubbieufer in einer Steilwand die *Cardium*-Schichten und an den Hängen NE des Fosso della Crocina die untere Partie der Formation mv in kontinuierlicher Überlagerung erfasst werden. Die weitere Aufnahme des

(1) Zum besseren Verständnis der auf den Profilen eingetragenen Signatur dient die entsprechende Legende auf Fig. 26.

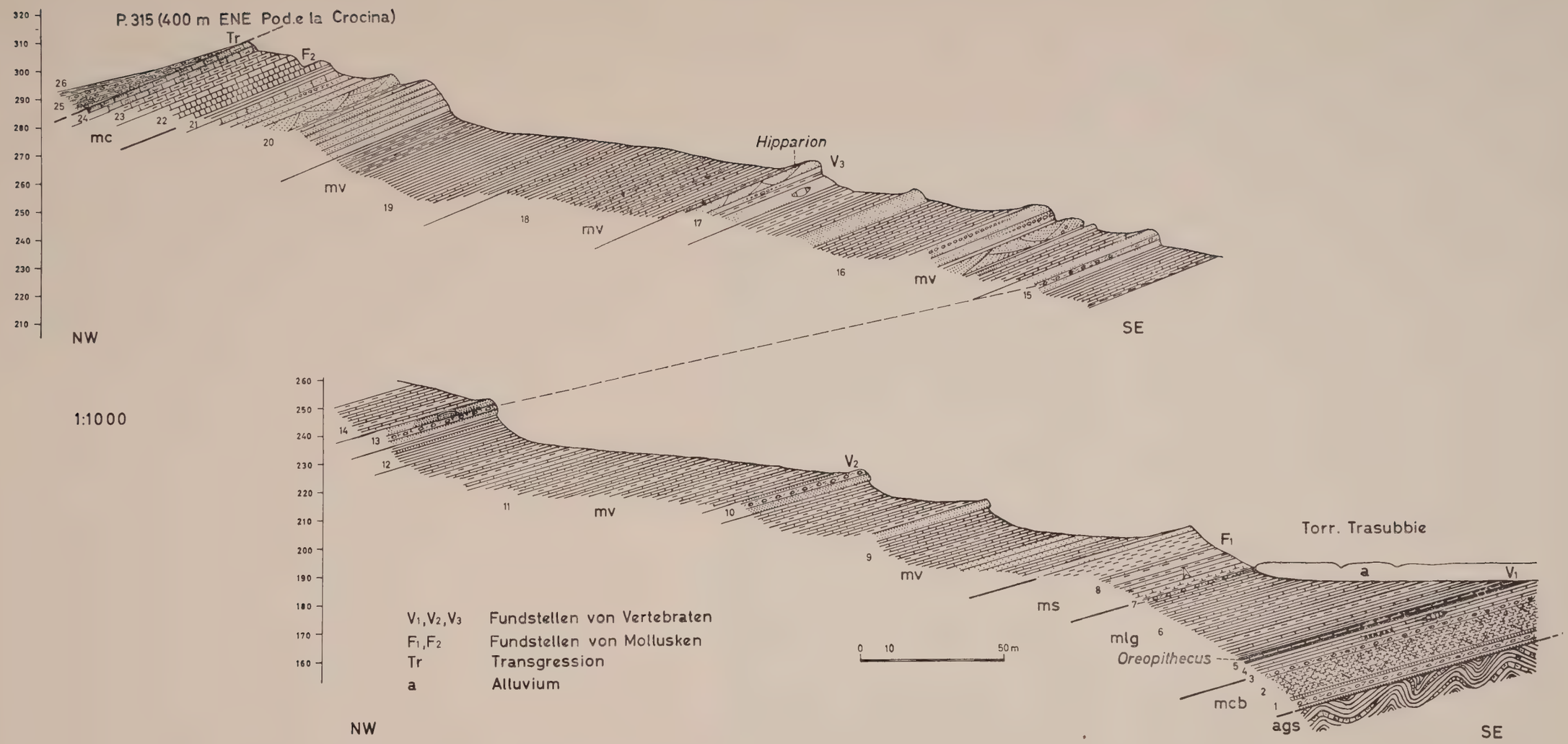


Fig. 2 - Stratigraphisches Übersichtsprofil durch das Lignitbecken von Baccinello und Cana.

Übersichtsprofils musste dann infolge gegen oben zunehmender Beeinträchtigung der Aufschlussverhältnisse durch Sackungen auf die östliche Flanke des von P. 315 gegen den Trasubbie abfallenden Hügels verlegt werden, wo der obere Teil der Formation mv und die Süsswasserkalke mc sehr gut exponiert sind.

Lithologische Beschreibung des Übersichtsprofils; faunistische Angaben. Das Lignitflöz und dessen Liegendes, die *Cardium*- und die *Hipparion*schichten werden im Anschluss an diesen Abschnitt sehr ausführlich behandelt werden. Deshalb beschränken wir uns hier auf eine sehr gedrängte Darstellung dieser Niveaus.

Der Beckenuntergrund wird in der Gegend des Profils von stark verfalteten Tonschiefern gebildet, die durch Einlagerungen von kieseligen, mergeligen Kalkbänken von « Palombino »- Typus charakterisiert werden. Altersmässig sind diese Schichten ins jüngste Mesozoikum zustellen, allerdings nur mit gewissen Vorbehalten. Es bestehen nämlich Meinungsdivergenzen über das Alter und die Lagerungsverhältnisse (autochton oder allochthon) des vormals unter dem Sammelbegriff « Argille scagliose ofiolitifere » zusammengefassten Gesteinskomplexes, welchem auch die hier angetroffenen Tonschiefer angehören (siehe Signorini R., 1963).

1 Olivgrünliches, polimiktes Konglomerat in mergeliger, sandig-siltiger Grundmasse (1).
2 Graugrüner, grauwackenartiger Sandstein in mergeliger Matrix mit häufigen sideritischen Absonderungen.
3 Graugrünes Konglomerat, in sandiger, mergeliger Grundmasse.
4 Wechsellagerung von blaugrauen Tonen, siltigen Tonen und feinkörnigen Konglomeraten.
5 Lignitflöz mit Zwischenschicht von kreidigen Süsswasserkalken. In einem diesem Ausbiss stratigraphisch entsprechenden Horizont wurden in der Grube von Baccinello ziemlich zahlreiche Reste von Wirbeltieren, darunter *Oreopithecus bambolii* Gervais, angetroffen. (Unteres Wirbeltier-Niveau V 1).
6 Alternanz von Tonen, Mergeln, Silten und Sanden.
7 Fein- bis grobkörniges polimiktes Konglomerat, in welchem stark verwitterte Macigno-Gerölle überwiegen.
8 Wechsellagerung von kalkigen Mergeln, Silten und Sanden. Der ganze, ca. 18 m mächtige Komplex enthält eine reiche Brack- und Süsswasserfauna. (Unteres Molluskenführendes Niveau F 1).
9 Graugrünliche bis gelbbraune mergelige Silte. Meistens massig, kubisch brechend und relativ viel Glimmer führend. Spärliche Fragmente von Süsswassergastropoden (Heliciden und Planorben). Ostracoden: *Leptocythere* sp. und weitere unbestimmbare Formen. In diese ca. 50 m mächtigen Silten befinden sich stärker mergelige Bänder, Sande und Sandsteine eingelagert.
10 Nur schlecht sortiertes Konglomerat in rötlicher, sandiger, mergeliger Matrix, die bisweilen mengenmässig in den Vordergrund tritt. Die Komponenten, die im allgemeinen ziemlich gut gerundet sind und nur selten im Durchmesser 3 cm überschreiten, bestehen zur Hauptsache aus Geröllen eines dichten Kalksteins von Alberese-Ty-

(1) Die Nummerierung entspricht derjenigen des in Fig. 2 dargestellten Profils.

pus (1) und grünen arkotischen, sowie Macigno-artigen Sandsteinen; untergeordnet treten Gerölle von Palombino-Kalk auf.

11 Blaugraue bis olivgrüne, meistens gelbbraun gefleckte, mergelige Silte mit stärker mergeligen Lagen alternierend. An der Basis dieses ca. 50 m mächtigen Komplexes wurden relativ häufige Reste von Vertebraten gefunden (mittleres Vertebraten-führendes Niveau V 2), die eine aus folgenden Arten bestehende Fauna ergeben haben:

Sus choeroides Pomel
Antilope gracillima Weithofer
Antilope haupti Weithofer
Paludotona etruria Dawson

12 Graublauer Ton mit sandigen Lagen.

13 Teilweise kreuzgeschichtetes Konglomerat in sandiger, mergeliger Matrix, Korngrösse bis 3 cm ∅. Zusammensetzung analog Schicht 10. Dieses Konglomerat stellt eine Linse in hellgelblichgrünen, teilweise mürben, Sandsteinen mit konkretionären Kalksandsteineinlagerungen dar.

14 Graugrüne bis hellgelbbraune, glimmerführende Silte und siltige Mergel.

Wie eingangs erwähnt finden wir die Fortsetzung des Profils an der östlichen Flanke des von P. 315 gegen den T. Trasubbie abfallenden Hügels, wo nach unserer Auffassung in Schicht 15 ein stratigraphisches Äquivalent der oben beschriebenen Schicht 13 erkannt werden kann.

15 Gelbgrünlicher, mürber, ziemlich feinkörniger Sandstein in kalkigem Bindemittel mit auffallend häufigen, weissen Einsprenglingen von schwach verfestigtem, sehr feinkörnigen Calcit. Feinkonglomeratische Linsen und Schnüre. Hauptkomponenten des Sandes: Bruchstücke von Calcitkristallen, vorwiegend eckige Quarztrümmer, Feldspat, Glimmerplättchen, Trümmer von nicht näher identifizierbaren, hauptsächlich pelitischen Gesteinen und vereinzelte Hornsteinfragmente.
Im Sand treten sehr seltene Foraminiferen und Ostracoden auf. Ein Teil der Foraminiferen ist sicher aufgearbeitet; folgende sicher autochthone Formen konnten bestimmt werden:

Nodosaria sp.
Lenticulina sp.
Nonion boueanum (d'Orbigny)
Nonion pompilioides (Fichtel & Moll)
Elphidium macellum (Fichtel & Moll)
Bulimina elongata lappa (Cushman & Parker)
Bulimina sp.
Bolivina spathulata (Williamson)
Bolivina dilatata Reuss
Uvigerina pygmaea d'Orbigny
Uvigerina peregrina Cushman
Hopkinsina bononiensis (Fornasini)
Reussella spinulosa laevigata Cushman
Cancris auriculus (Fichtel & Moll)
Ammonia beccarii ssp.
Cibicides bellincionii Giannini & Tavani
Cibicides boueanus (d'Orbigny)
Cibicides lobatulus (Walker & Jacob)
Globigerina concinna Reuss
Globigerina sp.
Globorotalia ex gr. *mayeri* Cushman & Ellisor
Globorotalia sp.
Globoquadrina dehiscens (Chapman, Parr & Collins)
Hastigerina sp.
Globigerinoides rubra (d'Orbigny)
Globigerinoides ex gr. *triloba* (Reuss)

Der planktoniche Anteil entspricht quantitativ ungefähr dem benthonischen, in welchem die litoralen Formen schwach überwiegen. Diese Fauna bezeugt eine wahrscheinlich nur kurzfristige marine Beeinflussung der sie enthaltenden Sande. Neben Foraminiferen treten darin auch glattschalige Ostracoden und Oogonien von Characeen, sowie Fragmente von Süsswassermollusken auf.

(1) Mit Alberese werden in der Toskana vorwiegend helle, kompakte Kalke mit sekundären Calcitvenen, die als tektonische Einschlüsse in der ? allochthonen Formation der « Argille scagliose » auftreten und verschiedenes Alter aufweisen (Jura-Oligocaen).

16 Ca. 60 m mächtige Wechsellagerung von gelbgrünen, meistens weichen Sandsteinen, hellgraugrünen, sandigen und siltigen Mergeln, Silten und vorwiegend dunklen Tonen. Die Sande weisen vielfach Kreuzschichtung auf und enthalten feinkonglomeratische Einlagerungen. Die gelbe Farbe der Sande ist auf limonitische Umkrustungen zurückzuführen. Vereinzelte Gipskristalle (mm-Bereich) (1). Fossilinhalt: sehr seltene schlecht erhaltene Foraminiferen, vor allem in den psammitischen Lagen, vermutlich zum Grossteil aufgearbeitet: *Discorbis orbicularis* (Terquem), *Bolivina* sp., *Cibicides* sp., *Globigerina* sp. sp.; Ostracoden (u.a. *Iliocypris* sp.); *Charaoogonien*.

17 Gelblichgrüne, z.T. kreuzgeschichtete, kalkig-mergelig zementierte Sandsteine in feinen Lagen mit kleinen Geröllen und limonitischen Umkrustungen. Im oberen Teil des ca. 10 m mächtigen Komplexes treten Reste von Vertebraten auf, von welchen hier infolge des schlechten Erhaltungszustandes nur *Hipparion gracile* Kaup mit Sicherheit identifiziert werden konnte. (Oberes Vertebraten-führendes Niveau V. 3). In stratigraphisch aequivalenten Schichten wurden ca. 500 m nördlich des Profilverlaufs (SE Pod.e la Locca) neben *Hipparion* auch bestimmbare Reste von folgenden Formen nachgewiesen:

Hyotherium palaeochoerum (Kaup)
Cervide (? *Paracervulus australis* Deserres)
Palaeomys sp.
Rhinoceros sp. indet. (nur Fragmente)

In den Vertebraten-führenden Sanden kommen seltene Foraminiferen vor. (Siehe detaillierte Darstellung p. 171).

18 Hellgraugrünliche, z.T. gelbbraun gefleckte, mergelige Silte und siltige Mergel mit sehr geringmächtigen tonigen, meist dunklen Lagen alternierend, in welche vereinzelte grobpsammitische Gemengteile eingelagert sind. An der Basis enthalten diese ca. 30 m mächtigen Schichten eine nur fragmentär erhaltene Molluskenfauna aus dem Süsswasserbereich. Spärliche Foraminiferen, Ostracoden, Oogonien von *Chara*.

19 Graublaue Silte und schwach mergelige Tone, ca. 30 m mächtig, mit seltenen Trümmern von kleinen Süsswassermollusken.

20 Ungefähr 30 m mächtige, graugelbgrünliche, feinkörnige Sande in kalkig-mergeliger Matrix, im allgemeinen fein gebankt, auch kreuzgeschichtete Lagen führend. Geringmächtige Einschaltungen von hellgrauen sandigen Mergeln. Äusserst spärliche, schlecht konservierte Foraminiferen.

21 Grünlichgrauer, reiner Ton.

22 Weisse bis hellbeige, kreidige z.T. schwach mergelige Süsswasserkalke, mit geringmächtigen Lagen eines rosaroten, dichten Kalks. Beim Anschlagen und bei Behandlung mit HCl stark nach Bitumen riechend. In diesen Kalken ist eine reiche Molluskenfauna enthalten (oberes Mollusken-führendes Niveau F 2). Folgende Formen konnten bestimmt werden (siehe auch S. Gillet, H. G. Lorenz & F. Woltersdorf, 1965):

Amnicola capellini Wenz
Bulimus tentaculatus (Linné)
Bythinia aff. *crassitesta* Broemme, nur Oberkeln
Macrodostomia submichaelis (Sacco)
Hydrobia sp. sp.
Melanopsis fallax Pantanelli
Melanopsis fusulatina Sacco
Melanopsis narzolina d'Archiac
Micromelania (*Microbeliscus*) cf. *turbellinoides* Fuchs
Planorbarius ex gr. *thiollieri* Michaud
Prososthenia sp.
Saccoia etrusca Capellini
Saccoia fontannesi Capellini
Theodoxus mutinensis (d'Ancona)
Dreissensia deshayesi Capellini

---

(1) Das Übersichtsprofil wurde längs oberflächlichen Aufschlüssen, die im Verwitterungsbereich liegen, aufgenommen. Gips und eventuell auch der bei der detaillierten Beschreibung der Baccinello-Serie mehrfach erwähnte Jarosit können in der Verwitterungszone sekundär aus Pyrit, der häufig massgeblich am Aufbau der Sulfationen beteiligt ist, entstanden sein. An den nicht der Verwitterung ausgesetzten Aufschlüssen im Inneren des ehemaligen Bergwerks trat Pyrit gegenüber Gips und Jarosit stark in den Vordergrund, was die Hypothese einer sekundären Entstehung des in den oberflächlichen Aufschlüssen angetroffenen Gipses und Jarosits unter Einwirkung von subaerischen Agenzien stark bekräftigt.

An Microorganismen wurden neben *Charaoogonien* folgende Ostracoden gefunden:

Darwinula sp.
Cyprideis sp.
Leptocythere sp.
3 verschiedene *Loxoconcha* - Arten

23 Hellbraune, mergelige Kalke in feinen Bänken angeordnet; Fossilinhalt analog Schicht 22, etwas weniger zahlreich.
24 Hellbräunlicher bis hellroter Kalksandstein. Fossilleer.

Wenig westlich des Profilverlaufs war in früheren Zeiten ein Versuch unternommen worden, ein in den Süsswasserkalken enthaltenes Lignitvorkommen unter Tag abzubauen (vergl. Falini, 1949, pp. 9-10). Da wir bei der Aufnahme des Übersichtsprofils an dieser Stelle in den Süsswasserkalken keinerlei Anzeichen von Kohle feststellen konnten, muss es sich vermutlich um ein seitlich rasch auskeilendes Flöz sehr kleiner Ausmasse gehandelt haben. Durch landwirtschaftliche Bebauung sind alle Spuren der ehemaligen bergmännischen Tätigkeit verwischt worden und es lässt sich deshalb heute nichts mehr über die genaue Lokalisierung und Beschaffenheit jenes Lignits aussagen. In der Gegend wenig NW Pod.e la Cava stehen Süsswasserkalke der Formation mc in identischer lithologischer Ausbildung an und führen dort in der kreidigen, unteren Partie eine ca. 30 cm mächtige Schicht von schwach inkohltem Lignit (lignite torbosa), die eventuell als östlicher, stark verkümmerter Ausläufer des hier vormals abgebauten Flözes betrachtet werden kann.

25 Pliocaenes Transgressionskonglomerat mit angebohrten Geröllen.
26 Graublaue und gelblichbraune marine Mergel und Tone.

Gliederung des Übersichtsprofils. Wir haben die entlang des oben beschriebenen Übersichtsprofils aufgeschlossene Schichtfolge in einzelne Abschnitte unterteilt, wobei es nicht leicht war, abgeschlossene, kartierbare Einheiten abzutrennen, da die obermiocaene Serie im Grossen und Ganzen keine markante lithologische Differenziation aufweist.

Vom Liegenden ins Hangende hat sich daraus folgende Gliederung ergeben:

— Die Schichten 1-3 des Übersichtsprofils, die hauptsächlich aus psephitisch-psammitischen Sedimenten bestehen, haben wir in einer mit der Signatur mcb (Miocene, conglomerato basale) versehenen Formation (1) zusammengefasst.

— Das Lignitflöz und dessen Basiston sowie die hangenden Schichten

(1) Mit Formation bezeichnen wir gemäss dem anglo-amerikanischen Gebrauch eine lithostratigraphische, kartierbare Einheit.

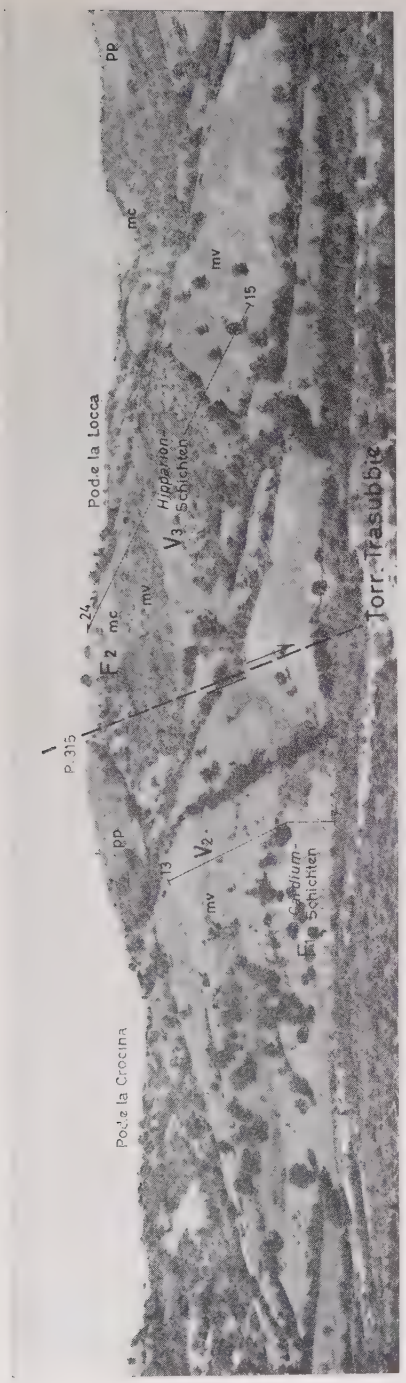


Fig. 3 - Ansicht der von P. 315 gegen den Torr. Trasubbie abfallenden Hänge, an denen das mittlere (U - U') und das obere (U' - U'') Teilstück des Übersichtsprofils aufgemessen wurde. Das untere Teilstück des Standardprofils befindet sich auf dem gegenüberliegenden Trasubbieufer am südwestlichen Rand der Photographie.

bis zum ersten Auftreten von Limnocardien (Übersichtsprofil 4-7) wurden einer Formation mlg (Miocene lignitifero) zugeteilt.

— Die durch die *Cardium*fauna (F 1) charakterisierten Schichten (Übersichtsprofil 8) wurden als Formation ms (Miocene salmastro) ausgeschieden.

— Die vorwiegend pelitisch-psammitische Schichtfolge (Übersichtsprofil 9-21) mit den beiden Vertebraten - führenden Niveaux V 2 und V 3 zwischen den *Cardiums*chichten und den Süsswasserkalken enthält keinerlei Leithorizonte, die eine lithostratigraphische Unterteilung ermöglichen und wurde deshalb einer einzigen Formation mv (Miocene con Vertebrati) zugewiesen.

— Für die den Abschluss der obermiocaenen Folge bildenden Süsswasserkalke (Übersichtsprofil 22-24), die sich lithofaciell deutlich von den liegenden Schichten unterscheiden und durch die Molluskenfauna F 2 gekennzeichnet sind, haben wir die Formationsbezeichnung mc (Miocene calcari) eingeführt.

Wir sind uns wohl bewusst, dass wir uns bei dieser Gliederung nicht strikte an die international vorgeschriebenen Regeln der stratigraphischen Nomenklatur (1) gehalten haben:

So sind z.B. die basalen Einheiten der obermiocaenen Abfolge (mbc, mlg und ms) wegen ihrer geringen Mächtigkeit nur beschränkt im von der amerikanischen stratigraphischen Kommission vorgeschriebenen Massstab kartierbar (1 : 25.000 siehe Code of stratigraphic nomenclature (1961), Artikel 6, Absatz d). Auf der unserer Arbeit zu Grunde liegenden Kartierung 1 : 10.000 können sie jedoch ohne die wirklichen Ausmasse der Aufschlüsse übertreiben zu müssen zur Darstellung gebracht werden.

Ferner dürften die *Cardium*-Schichten (ms) streng rechtlich nicht als Formation bezeichnet werden, da dieser Begriff im anglo-amerikanischen Sinn ausschliesslich für lithostratigraphische Einheiten geprägt wurde, und im Falle der *Cardium*-Schichten ziemlich eindeutig eine nur durch Fossilien von den einschliessenden Sedimenten unterscheidbare Schichtfolge, also eine biostratigraphische Einheit vorliegt.

Im zitierten stratigraphischen Kodex wird weiter angeführt, dass zwar auch Fossilien als physische Kriterien für die Definition einer lithostratigraphischen Einheit herangezogen werden können, aber nur im

---

(1) American commission of stratigrafic nomenclature (1961): Code of stratigraphic nomenclature. *Bull. AAPG*, v. 45, n. 5. Int. Geol. Kongress 1961, Kopenhagen: Stratigraphic classification and terminology.

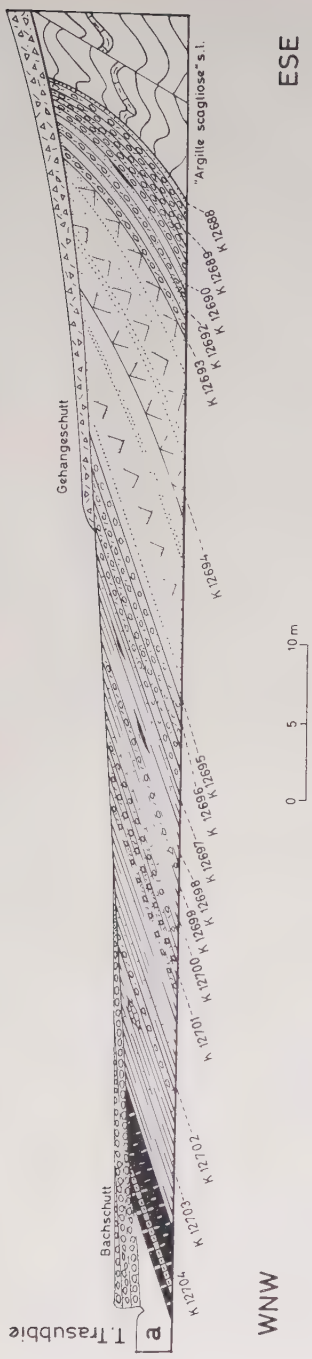


Fig. 4 - Profil durch das Liegende des Lignits im Fosso della Fittaia 400 m ENE Pod.e la Pavolona.

Zusammenhang mit anderen, lithologisch differenzierenden Eigenschaften, was im Falle der *Cardium*-Schichten nicht zutrifft. (Code of stratigraphic nomenclature: Artikel 4; Absatz c). Das Ausscheiden einer nur durch die *Cardiumfauna* charakterisierten Formation ms bringt übrigens auch den Nachteil mit sich, dass die Obergrenze der Formation mlg und die Untergrenze der Formation mv lithologisch nicht definiert sind und nur auf biostratigraphischen Argumenten beruhen.

Trotz dieser Regelverstösse hat sich obige Gliederung als die einzig zweckmässige für unsere Arbeit erwiesen, weshalb wir von einer starren Befolgung der stratigraphischen Nomenklaturregeln absehen mussten und eine auf die Eigenheiten unseres Untersuchungsgebietes abgestimmte Unterteilung vorgenommen haben.

Detailbeschreibung einzelner Abschnitte des Übersichtsprofils.

Das Lignitflöz und dessen Liegendes im Fosso della Fittaia am linken Ufer des Torr. Trasubbie. Die Beschreibung erfolgt von unten nach oben gemäss Fig. 4. Der Kontakt mit dem Beckenuntergrund wurde auf einer Fläche von ca. 1 m^2 freigelegt:

K 12688 (1) Graugrüner, hellrötlichbraun gefleckter, glimmerführender, sandig-siltiger Ton mit kleinen Tongeröllen. Der Fossilinhalt besteht aus vereinzelten aufgearbeiteten planktonischen Foraminiferen: *Globotruncana globigerinoides* Brotzen, *Globorotalia* ex gr. *aequa*, Globigerinen.

K 12689 Olivgrünliches, polimiktes Konglomerat, in sandig-siltiger Matrix nur locker verkittet, dessen Komponenten gute Rundung aufweisen und hauptsächlich aus Gesteinstypen des Beckenuntergrundes bestehen (Palombino- und Alberese-Kalke, Macigno-artige Sandsteine, Arkosen unbekannter Herkunft, grüne Kieselkalke).

K 12690 Graugrüner, dunkelgrauer und rötlichbrauner, grober Sand mit vielen feinpsephitischen Gemengteilen, in Wechsellagerung mit sehr geringmächtigen siltigen Schichten. Die Sandkörner weisen vielfach Limonitüberzüge auf. Sehr feine Lignitschmitzen, Jarositfilme und- flecken (2), Haematit als Kluftbelag.
Äussert seltene Foraminiferen mit Aufarbeitungserscheinungen, darunter: *Anomalina* sp., *Globotruncana* sp.

K 12692 Graugrüner, gelblichbraun gefleckter, glimmerreicher Sand mit grösseren Tongeröllen, siltig-tonigen linsenförmigen Einschlüssen und feinblättrigen lignitischen Filmen. Spärliche aufgearbeitete Foraminiferen:

---

(1) Das dieser Beschreibung zu Grunde liegende stratigraphische Profil wurde in Zusammenarbeit mit Herrn Dr. H. G. Kugler, Basel, aufgenommen. Die Gesteinsproben wurden mit Dr. Kuglers fortlaufender Nummerierung versehen, die wir auch hier beibehalten haben. Herrn Dr. Kugler sei an dieser Stelle nochmals für seine überaus wertvolle Unterstützung gedankt.

(2) Für die spektrographische und röntgenographische Identifizierung des Jarosits ($KFe_3(SO_4)_2(OH)_6$) bin ich den Herren Dr. W. Stern und J. Arnoth vom mineralogisch-petrographischen Institut der Universität Basel sehr zu Dank verpflichtet.

Globotruncana arca Cushman
Globotruncana ventricosa White
Globotruncana ex gr. *rosetta*
Globotruncana ex gr. *lapparenti*
Rotalipora cushmani (Morrow)
Rugoglobigerina sp.
Heteroheliciden

Diese Fauna lässt auf Herkunft aus Schichten von oberkretazischem Alter schliessen und es kommen dafür sowohl Formationen der sog. Serie Toscana, als auch im Komplex der « Argille scagliose » enthaltene Einheiten in Frage.

K 12693 Olivgrünes, rotbraun verwitterndes, polimiktes Konglomerat, Komponenten gut bis kantengerundet, durchschnittlicher Durchmesser 2-3 cm, Zusammensetzung analog K 12689.

K 12694 Hellgrünlichgrauer, grauwackenartiger Sandstein, massig bis schlecht geschichtet in mergeliger Grundmasse. Relativ hoher Glimmeranteil und häufige Gesteinsfragmente. Alternierende Lagen von gröberem und feinerem Korn mit feinkonglomeratischen Einschlüssen. Häufige knauerig-knollige sideritische Absonderungen. Bruchstücke verkohlten Materials. An Fossilien treten darin nicht genauer bestimmbare Knochenfragmente und aufgearbeitete Foraminiferen auf. Darunter:

Globorotalia ex. gr. *aequa*
Biglobigerinella sp.
Rugoglobigerinen
Globigerinen

K 12695 Graugrünes, feinkörniges, polimiktes Konglomerat in mergeliger, sandiger Ma-
12696 trix, mit gröbere Gerölle führenden Zwischenlagen. Lignitschmitzen, Limonitüberzüge, fragmentäre aufgearbeitete Foraminiferen. Darin treten ziemlich haüfige, immer sehr stark zerdrückte Süsswassergastropoden auf (*Macularia*?, *Eabonia*?). Ferner konnten daraus Knochenfragmente isoliert werden, deren überaus schlechter Erhaltungszustand aber keine Bestimmung zulässt.

K 12697 Dunkelblaugrauer, schwach mergeliger, siltiger Ton mit häufigen Lignitfilmen und Toneisensteinlinsen in knauerigen Absonderungen.

K 12698 Hellgraugrünlicher, schwach mergeliger, glimmerführender, siltiger Ton mit Ostracoden und Fragmenten von sehr dünnschaligen Mollusken.

K 12699 Graugrünes, feinkörniges, polimiktes Konglomerat. Zusammensetzung analog K 12689.

K 12700 Hellgrünlichgrauer, gelblichbraun gefleckter, conchoidal brechender, glimmerführender, schwach mergeliger, schwach sandiger Silt mit feinsten lignitischen Einsprenglingen. Sehr spärliche aufgearbeitete Foraminiferen: *Globorotalia* ex gr. *aequa*, *Anomalina* sp.

K 12701 Feine Wechsellagerung von Konglomeraten, rotbraunen, glimmerführenden, schwach mergeligen Silten und blaugrauen, teilweise siltigen Tonen.

K 12702 Hellgraublauer, gelblichbraun durchzogener, glimmerhaltiger, schwach mergeliger Silt mit vereinzelten, grobpsammitischen Komponenten. Feine Lignitschmitzen. Unbestimmbare Fragmente sehr dünnschaliger Süsswassergastropoden. Sehr seltene aufgearbeitete Foraminiferen: *Globotruncana ventricosa* White, *Rugoglobigerina* sp. sp., kleine Globigerinen und Globorotalien.

K 12703 Graugrüner, siltiger Ton mit häufigen sideritischen Absonderungen. Bis zu dm grosse Nester von Seekreide. Daraus konnte eine gute Anzahl von sehr kleinen Knochensplittern isoliert werden, die eventuell von Reptilien stammen. Im unmittelbaren Liegenden des Lignits (K 12704) befindet sich ein graublauer ungeschichteter Ton mit Spuren von Gleiterscheinungen.

K 12704 Grauschwarzer bis schwarzer Lignit, in feinen Bänkchen, deren Mächtigkeit zwischen 0,1 und 3 cm variert. Davon wurde ein Detailprofil aufgenommen, das sich vom Liegenden ins Hangende aus folgenden Gesteinstypen zusammensetzt (siehe Fig. 5 und 6).

A Hellgraublauer, ungeschichteter, schwach siltiger Basiston mit verkohltem Pflanzenhäcksel. Gleitharnische.

B Grauschwarzer, sehr feingebankter, blättrig abbröckelnder, schwach toniger Lignit. Feine bis mm grosse, rhomboedrische Gipskristalle und- rosetten, die teilweise mit Limonitüberzügen versehen sind. Jarosit in pulveriger Ausbildung

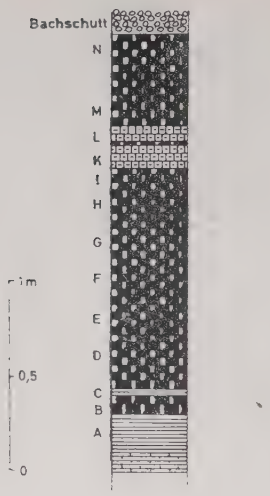


Fig. 5 - Schematisches Profil durch das Lignitflöz im Fosso della Fittaia.

auf Schicht- und Spaltflächen. Der Lignit alterniert mit sehr feinen Lagen von kohligen Tonen.

C Hellgraublauer Ton mit feinkörnigen Gipskristallen und sehr feinen lignitischen Einsprenglingen.

D Schwarzer, extrem feingeschichteter, z.T. glänzender Lignit. Schichtflächen mit Limonit und Gipsrosetten belegt.

E Schwarzgrauer, feingeschichteter, toniger Lignit; Gipskristalle- und rosetten; feinster verkohlter Pflanzenhäcksel.

F Schwarzgrauer Lignit, mir sehr geringmächtigen Lagen von graugrünem bis rosarotbraunem Ton alternierend; feinkörnige Gipskristalle, verkohlter Pflanzenhäcksel im Lignit erkenntlich.

G Analog E, Farbe etwas dunkler, schwächer tonig.

H Schwarzer, feingebankter Lignit in varvenartiger Wechsellagerung mit hell- und dunkelgrauen Mergeln. Diese weisen einen grossen Fossilreichtum auf: Süsswassergastropoden, glattschalige Ostracoden. Der Erhaltungszustand der Schalen ist meistens derart schlecht, dass nicht einmal eine generische Bestimmung der Fossilien möglich ist.

I Schwarz glänzender, teilweise conchoidal brechender, feingebankter Lignit mit auf Schichtflächen angereicherten Süsswassergastropoden (Planorben) und eingeschwemmten Landschnecken (Heliciden). Extrem feine Gipsnädelchen.

K Hellbeiger, feingeschichteter, krümelig-kreidiger, stark poröser, schwach mergeliger Süsswasserkalk, der beim Anschlagen stark nach Bitumen riecht. Verkohlter Pflanzenhäcksel und feine Lignitschmitzen. An Fossilien kommen darin Süsswassergastropoden, *Charaoogonien* und Ostracoden vor (*Darwinula* sp., 3 verschiedene *Loxoconcha*-Arten).

L Ähnlich K: dunklere Farbe, geringerer Fossilgehalt, mehr lignitisches Material.

M Sehr feingebankter, glänzender Lignit. In bestimmten Lagen sind Fragmente von sehr dünnschaligen Süsswassergastropoden angehäuft. Limonit, Gips in feinen Nadeln und rhomboedrischen Kristallen.

N Schwarzer, blättrig zerfallender, feingebankter, teilweise glänzender Lignit.

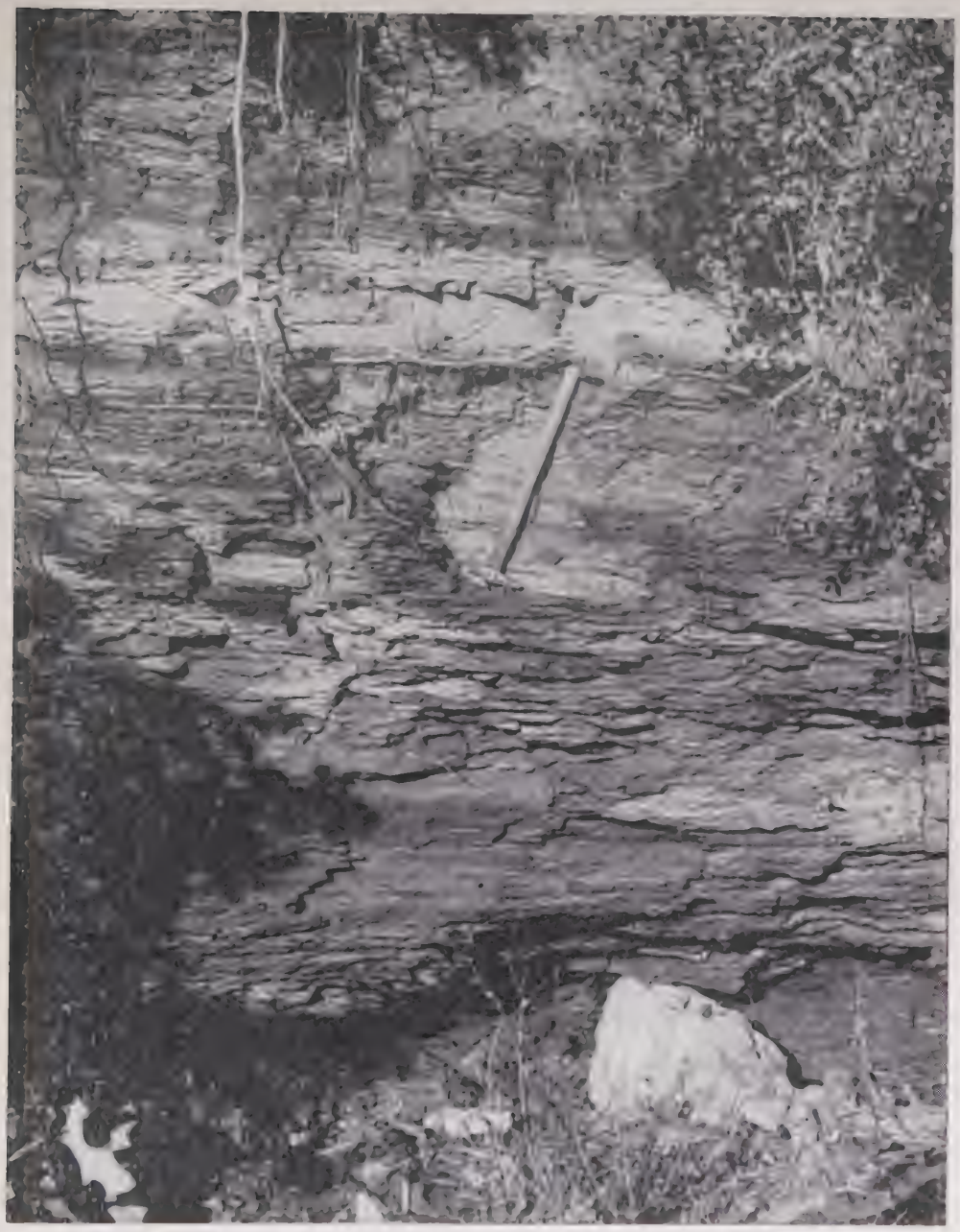


Fig. 6 - Ansicht des Lignitausbisses im Fosso della Fittaia. Im oberen Teil hebt sich die Zwischenschicht von kreidigen Süsswasserkalken durch ihre helle Farbe deutlich von der Kohle ab.

Herr Dr. L. Benda (1) war so freundlich, an diesem Ausbiss entnommene Muster des Lignits auf ihren palynologischen Gehalt zu untersuchen. Wir zitieren wörtlich aus dem uns von Dr. Benda übermittelten Bericht:

« Nach dem vorliegenden Befund ist das Flöz in palynologischer Hinsicht recht einheitlich aufgebaut. Unter den *Baumpollen* dominieren in allen Proben jene von *Alnus* (besonders im unteren Teil des Flözes) und *Pinus* (besonders im oberen Teil des Flözes), daneben sind auch *Corylus/Myrica* mit hohen Pollenfrequenzen vertreten. *Picea, Ulmus, Tilia, Quercus* und *Salix* kommen nur vereinzelt in den Pollenspektren vor. Lediglich *Betula*pollen treten noch etwas reichlicher auf.

Neben diesen noch im Quartär Mitteleuropas vorkommenden Pollenformen wurden zahlreiche Tertiärelemente ermittelt, d.h. Pollentypen, deren Verbreitung auf das Tertiär — nur in einzelnen Fällen auch das älteste Quartär — beschränkt ist. Es handelt sich vor allem um Pollenformen der Taxodiaceen und Cupressaceen (*hiatus-, magnus-* und *dubius*-Typen). Andere Tertiärelemente dagegen, wie *Sequoia, Sciadipytis, Carya, Pterocarya, Tsuga, Eucomia* und *Rhus* (*Pseudocingulum*-Gruppe) treten nur untergeordnet in den Pollenspektren auf. Der Anteil der Tertiärelemente an der Gesamt-Baumpollensumme schwankt zwischen 15-60%, wobei die höheren Gehalte an Tertiärpollen im unteren Teil des Flözes auftreten.

Nichtbaumpollen sind im ganzen Flöz nur gering vertreten. Ihre Werte liegen meist weit unter 10% der Baumpollensumme. Neben einigen nicht näher determinierten Typen treten Pollenformen von *Gramineen, Cyperaceen, Chenopodiaceen, Ericaceen, Umbelliferen, Rosaceen und Compositen* auf (*tubuliflorae* Typ).

Sporen kommen im gesamten Profil nur selten vor, lediglich in einigen Proben wurden höhere Gehalte an *Polypodiaceen* - Sporen (bis 10%) beobachtet ».

Während stratigraphisch das im Fosso della Fittaia aufgeschlossene Lignitflöz durchaus der *Oreopithecus*-Kohle aus der Zeche von Baccinello entspricht, sind in palynologischer Hinsicht gewisse Divergenzen zu verzeichnen, die wahrscheinlich mit der unterschiedlichen Lage innerhalb des ursprünglichen Moorkomplexes in Zusammenhang stehen. (Näheres siehe p. 193). Auf Grund der vorwiegend psephitisch/psammitischen Ausbildung lassen sich die Schichten K 12688 - K 12703 gut von den hangenden Sedimenten unterscheiden und wurden deshalb bei der Gliederung der obermiocaenen Serie von Baccinello als Formation *mcb* abgetrennt.

Teile dieser Formation sind in weitgehend analoger lithologischer Ausbildung, allerdings wesentlich lückenhafter, auch an folgenden Lokalitäten aufgeschlossen:

— Auf der Crète und an den Flanken jenes Hügels, auf welchem der Pod.e Pavolona steht, ca. 200 m N des Bauernhauses.

— Längs der alten Zufahrtsstrasse zu den ehemaligen Canaer Minen, ca. 400 m WSW Pod.e Molino della Scoiola, sowie am wenig südöstlich davon verlaufenden Feldweg.

— Am Weg Pod.e Molino della Scoiola-Cana, ca. 150 m W des Häuschens P. 284, an der östlichen Böschung.

Die in diesen Aufschlüssen zutage tretenden Sedimente bestehen aus Konglomeraten und mergeligen, auch tonigen Sanden, die teilweise rot

(1) Niedersächsisches Landesamt für Bodenforschung, Hannover.

verfärbt sind und lithologisch den entlang des Übersichtsprofils aufgeschlossenen basalen Schichten der neogenen Serie durchaus entsprechen. Im allgemeinen tritt jedoch der psephitische Anteil der Formation mengenmässig stärker in den Vordergrund als im Fosso della Fittaia.

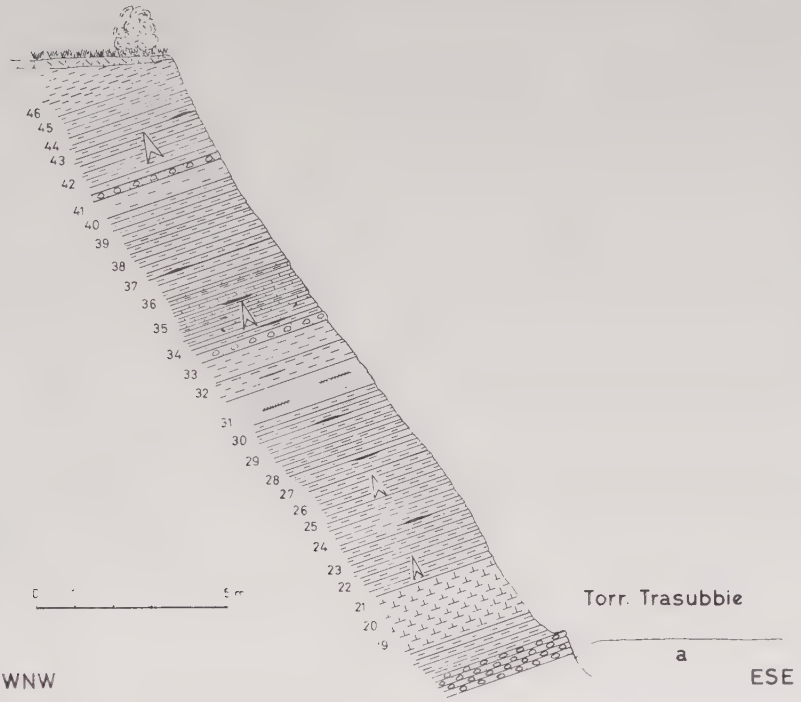


Fig. 7 - Profil durch die *Cardium*-führenden Schichten am rechten Trasubbieufer 200 m W P. 196.

Die Cardium - Schichten am rechten Trasubbieufer ca. 200 *m W P.* 196 (Entspricht N. 8 des Übersichtsprofils). Ungefähr 200 m westlich P. 196 bildet das nordwestliche Trasubbieufer eine ca. 20 m hohe Steilwand, in welcher die fossilreiche Formation *ms* in ihrer gesamten Mächtigkeit sehr gut aufgeschlossen ist.

Vom Liegenden ins Hangende konnten folgende Schichten beobachtet werden (siehe Fig. 7):

19 Hellgrauer, weicher, feingeschichteter, kalkiger Mergel. Lignitschmitzen. Sehr fossilreich: Operkeln von Bythinien, Limnocardien, Dreissensien; Ostracoden (?*Loxoconcha* sp., *Neocytherideis* sp.).

20 Analog Schicht 19, etwas Gips in feinen Kristallen führend und geringeren Karbonatgehalt aufweisend.

21 Analog Schicht 20, etwas siltig.

22 Hellgrünlichgrauer, stark mergeliger, lockerer Silt. Blättrig bis feingeschichtet; Gips in feinen Einzelkristallen und Rosetten, meistens mit einem Limonitüberzug versehen. Fossilreich: Limnocardien, Dreissensien, Gastropoden, Ostracoden.
23 Analog Schicht 22.
24 Analog Schicht 22, feine Lignitschmitzen führend.
25 Analog Schicht 22, etwas sandig; bei Behandlung mit HCl stark nach Bitumen riechend.
26 Analog Schicht 25, viele kleine Gipskristalle, häufige kleine Gastropoden (*Saccoia*
27 und *Amnicola*).
28 Hellgraugrüner, gelbbraun verwitternder, mergeliger Silt mit hohem Glimmeranteil, mit sehr geringmächtigen sandigen, ebenfalls viel Glimmer-führenden Lagen alternierend, deren Komponenten häufig Limonitüberzüge aufweisen. Gipskristalle (mm - cm Grösse), Lignitschmitzen, grosse Limnocardien.
29 Analog Schicht 28, mit grösseren Lignitschmitzen, verkohltem Pflanzenhäcksel; neben den üblichen Limnocardien auch relativ häufige grosse Süsswasserostracoden (*Candona* sp.).
30 Feine Wechsellagerung von hellgelblichgrünen, feinstes Lignitmaterial führenden, siltigen Mergeln und hellgelben schwach mergeligen Sanden, die sich hauptsächlich aus Quarz und untergeordnet Glimmer zusammensetzen. Auf Schichtflächen Anhäufung von verkohltem Pflanzenhäcksel.
31 Hellgrünlichgelber, sehr locker in mergeligem Bindemittel verfestigter grobkörniger Sand. Hauptkomponenten eckige seltener kantengerundete Quarzkörner, diverse Glimmer, Feldspat und vorwiegend grüne Gesteinsfragmente verschiedener Herkunft. Darin eingelagert befinden sich feinkonglomeratische Komponente und häufige Lignitschmitzen, die z.T. in bestimmten Lagen angereichert sind; Limonitlinsen. Gastropoden, Schalentrümmer.
32 Feine Wechsellagerung von graublauen, mergeligen Silten und orangebräunlichen, feingeschichteten, sehr schwach mergeligen, Quarz und Glimmer als Hauptkomponenten führenden, feinkörnigen Sanden, deren Körner fast immer Limonitüberzüge tragen. Lignitfilme (bis zu 3 mm Dicke). In den graublauen Silten treten zahlreiche Limnocardien auf.
33 Hellgraugrüne, rostbraun gefleckte, feingeschichtete, schwach mergelige, siltige, feinkörnige Sande alternierend mit gelbgrünen, siltig-sandigen Mergeln und sehr dünnen limonitischen Schichtlagen. Limnocardien, Fragmente von kleinen Gastropoden.
34 Analog Schicht 32, limonitische Schichtlagen, neben Lignitfilmen auch häufige diffus im Sediment verstreute Kohleschmitzen. Fossilreich.
35 Hellgraugrüner, hellgelblichbraun gefleckter, conchoidal bis kubisch brechender, dichter, schwach sandiger, schwach mergeliger Silt mit vielen glimmerigen Komponenten. Lignitschmitzen, seltene Gipskristalle. Häufige Ostracoden, Limnocardien, Pflanzenhäcksel.
36 Analog Schicht 35, mit dunkelgrauen, feinen sehr glimmerreichen sandigen Zwischenlagen, in denen Schalentrümmer und Ostracoden auftreten.
37 Graugrüner, gelbbraun gefleckter, schwach sandiger, mergeliger Silt mit limonitischen Linsen und Lagen, in denen feinstes lignitisches Material angehäuft ist. Grössere Ligniteinsprenglinge. Häufige Dreissensien und Limnocardien.
38, 39, 40 Analog Schicht 37.
41 Graugrüne, ziemlich gut gebankte, stark eisenschüssige, mergelige Sande, in sehr geringmächtigen Lagen von gröberem und feinerem Korn angeordnet. In Abständen von 2 bis 3 cm Anhäufung auf Schichtflächen von feinem Lignitmaterial. Limnocardien, Dreissensien, Ostracoden.
42, 43 Analog Schicht 37 mit Gips.
44 Analog Schicht 37 mit bis zu 5 mm mächtigen Lignitfilmen.
45 Hellgraugrüner, stark mergeliger Silt. Sehr haüfige Limnocardien und Ostracoden.
46 Analog Schicht 37.

Die in diesen Schichten enthaltene Macrofauna setzt sich aus folgenden Arten zusammen (vergl. auch S. Gillet, H. G. Lorenz & F. Woltersdorf, 1965):

Amnicola capellinii Wenz
Amnicola immutata ultramontana Wenz
Anisus sp.
Melanopsis bonellii (Manzoni)
Melanopsis fusulatina Sacco
Saccoia etrusca Capellini
Saccoia fontannesi Capellini
Succinea (*Succinella*) *oblonga* Draparnaud
Theodoxus mutinensis (d'Ancona)
Dreissensia latiuscula Andrusov
Cardium cf. *cypicardioides* Capellini
Cardium ex. gr. *cypricardioides* Capellini
Cardium sp. nov. 2
Cardium sp. nov. 3
Cardium sp. nov. 4
Cardium sp.

Obwohl sich diese Schichten lithologisch nur sehr gering von den Gesteinstypen der obermiocaenen Serie im Hangenden unterscheiden, hielten wir es auf Grund ihres charakteristischen Fossilgehalts für angebracht, sie auf der geologischen Karte als Formation ms gesondert darzustellen. Zudem kommt diesen Schichten eine besondere biostratigraphische Bedeutung im Sinne eines Leithorizontes innerhalb der Serie von Baccinello zu, da anhand von Bohrungen und in den Stollensystemen nachgewiesen wurde, dass die charakteristischen Cardien immer ungefähr im gleichen Abstand (ca. 40 m) über dem Hauptflöz auftreten und eine relativ beschränkte Vertikalverbreitung aufweisen.

Die *Cardium*-führenden Sedimente streichen ferner an folgenden Lokalitäten an der Oberfläche aus:

— Weg ca. 100 m SE Pod.e San Luciano;
— Weg westlich und südöstlich Pod.e il Cerro, sowie an den zum Teil stark verrutschten Abhängen, die von diesem Weg gegen Torr. Melacce abfallen;
— nördliches Trasubbieufer, ca. 400 m W Pod.e la Dogana;
— Fosso delle Faine, ca. 250 m E Häuschen P. 252;
— Fosso dell'Alteta, an der linken Böschung des Grabens, ca. 200 m S. Pod.e Molino della Scoiola.

Nur an letzterer Fundstelle gelang es einigermassen intakte Fossilien zu bergen, darunter:

Amnicola sp.
Emmericia sp.
Saccoia etrusca Capellini
Smaragdia viridis paucilineata Sacco
Succinea (*Succinella*) *oblonga* Draparnaud
Thedoxus mutinensis (d'Ancona)
Theodoxus mutinensis interpositus (Sacco)
Dreissensia deshayesi Capellini
Dreissensia latiuscula Andrusov
Cardium ex gr. *cypricardioides* Capellini
Cardium sp. nov. 1
Cardium sp.

Diese Fauna weist eine etwas verschiedene Zusammensetzung auf als diejenige von rechten Trasubbieufer. Da an beiden Aufschlüssen die Fossilien in schlechtem Erhaltungszustand vorliegen und hauptsächlich bestimmbare Formen aufgesammelt wurden, mag es dabei zu einer Selektion gekommen sein, so dass obige Faunenlisten nicht unbedingt den wahren Bestand der Fauna widergeben. Auch im Fosso dell'Alteta überwiegen die Cardien stark gegenüber den anderen Formen; mit einer gewissen Häufigkeit tritt auch *Dreissensia latiuscula* auf, eine Art, die wie

die Cardien auf die unteren Mollusken-führenden Schichten F 1 (siehe Übersichtsprofil) beschränkt ist.

Beim Vorkommen der *Cardium*-Schichten im Fosso delle Faine handelte es sich um einen temporären Aufschluss, der gegen Ende unserer Untersuchungen infolge Bedeckung durch Bachschutt und versackte Massen nicht mehr sichtbar war.

Im selben Bach streichen in der Schleife E Häuschen P. 252 unmittelbar im Hangenden der verschütteten *Cardium*-Schichten hellgraue bis dunkelgraubraune, schieferige, z.T. schwach sandige Mergel und mergelige Tone aus, in welchen auf den Schichtflaächen massenweise durchaus glattschalige Ostracoden angereichert sind. Daneben treten darin auch stark zerdrückte Schalen von kleinen Mollusken (?*Pisidium*) und verkohltes pflanzliches Material auf. Im Schrägstollen 500 m W Pod. e Molino della Scoiola sind Gesteine ähnlicher lithologischer Ausbildung mit analogem Fossilgehalt in die *Cardium*-Schichten eingelagert, was möglicherweise auch im Fosso delle Faine der Fall ist, nur kann dort auf Grund der schlechten Aufschlussverhältnisse diese Lage nicht bestätigt werden. Da wir an den übrigen Ausbissen von *Cardium*-Schichten nirgends auf einen durch derart massenhaftes Auftreten von Ostracoden charakterisierten Gesteinstyp gestossen sind, vermuten wir, dass es sich um ein nur lokal ausgebildetes, in die Formation ms eingeschaltetes Vorkommen handelt.

Die Hipparion-Schichten an den Hängen 300 *m SE P.* 315. Einen Horizont von grosser chronostratigraphischer Bedeutung bilden die an der Basis des oberen Drittels der Formation mv auftretenden *Hipparion*-Schichten. Bei der Aufnahme des Übersichtsprofils ist es uns dank dem Auffinden von vier sehr gut erhaltenen *Hipparion*zähnen gelungen, die Lage dieses Horizontes innerhalb der Serie von Baccinello genau festzulegen. Dabei zeigte es sich, dass im Gegensatz zur Darstellung von H. De Terra (1) die *Hipparion*-führenden Schichten nicht im Hangenden, sondern im Liegenden der Süsswasserkalke (Formation mc, Übersichtsprofil 22-24) vorkommen. Eine identische Lagebeziehung zwischen der Formation mc und den *Hipparion*schichten ergibt sich auch aus den stratigraphischen Verhältnissen ESE Pod.e di Poggio Miliotto. (Siehe p. 178).

Die vom Übersichtsprofil erfasste *Hipparion*fundstelle liegt knapp oberhalb einer von Sandsteinen gebildeten Geländekante, ca.auf halber Höhe des von P. 315 in südöstlicher Richtung gegen das Trasubbietal abfallenden

(1) H. De Terra (1956), fig. 1.

Abhanges. Unmittelbar oberhalb der Fundstelle behindert ein Acker die Beobachtung des Anstehenden; im Liegenden sind die Schichten hingegen sehr gut aufgeschlossen. Es lässt sich folgendes Profil von oben nach unten feststellen (siehe Fig. 8):

1 Hellgraugrünliche, gelbbraun gefleckte, schwach sandige, mergelige Tone. Operkeln von *Bythinia*, Schalentrümmer von *Melanopsis*, *Cepaea*, *Limnaea* und *Unio*; Pflanzenreste, Oogonien von *Chara* (2 Arten). Neben sicher aufgearbeiteten Foraminiferen tritt darin auch eine sehr spärliche autochthone Microfauna auf, die mit CCl_4 vom sedimentären Rückstand getrennt wurde.
Es konnten folgende Formen bestimmt werden:

Robulus sp.
Lagena squamosa (Montagu)
Elphidium sp.
Angulogerina angulosa (Williamson)
Angulogerina sp.
Uvigerina pygmaea d'Orbigny
Discorbis orbicularis (Terquem)
Ammonia beccarii (Linné)
Cibicides boueanus (d'Orbigny)
Cibicides lobatulus (Walker & Jacob)
Globigerina bollii Cita & Premoli Silva
Globigerina concinna Reuss
Globigerina cf. *parabulloides* Blow
Globigerina cf. *foliata* Bolli
Globoquadrina sp.
Globorotalia cf. *obesa* Bolli
Iliocypris sp.

2 Hellgrüngelblicher, feingeschichteter, kalkig verkitteter, ziemlich feinkörniger (mittlere Korngrösse ca. 0,3 mm), polymikter Sandstein, der sich hauptsächlich ausfolgenden Komponenten zusammensetzt: Quarz, Feldspat (Plagioklas und Mikroklin), Karbonattrümmer, Chalcedonaggregate, Biotit, Sedimentbrocken mit teilweise rekristallisiertem Quarz und Karbonat. In der Schweremineralfraktion (ca. 1% der Gesamtprobe) treten Glaukonit und Chlorit am häufigsten auf, daneben kommen Disthen, Granat, Staurolith, Turmalin, Limonit und Magnetit etwas weniger häufig, Apatit und Zirkon selten vor. Seiner Zusammensetzung nach könnte dieser Sand das Abtragungsprodukt eines granitischen Gesteins darstellen. Ausser aufgearbeiteten, zumeist planktonischen Foraminiferen enthält der Sand auch eine sehr spärliche autochthone Microfauna, in der folgende Arten erkannt wurden:

Nonion sp.
Bulimina elongata d'Orbigny
Bulimina costata d'Orbigny
Virgulina schreibersiana Czjzek
Bolivina dilatata Reuss
Bolivina aff. *dilatata* Reuss
Bolivina pseudoplicata Heron Allen & Earland
Bolivina cf. *spathulata* Williamson
Bolivina sp. sp.
Uvigerina pygmaea d'Orbigny
Hopkinsina bononiensis (Fornasini)
Elphidium crispum (Linné)
Elphidium sp. sp.
Discorbis orbicularis (Terquem)
? *Planulina* sp.
Gyroidina soldanii (d'Orbigny)
Cassidulina laevigata carinata Silvestri
Cassidulina subglobosa Brady
Cibicides boueanus (d'Orbigny)
Cibicides lobatulus (Walker & Jacob)
Cibicides sp. sp.
Fragmentäre planktonische Formen.

Von fast allen angeführten Formen liegt nur ein einziges Exemplar vor. Wir erachten deshalb Aussagen über das Alter und den Ablagerungsbereich dieser Fauna als unzulässig.
In diesem Niveau wurden 4 sehr gut erhaltene Zähne von *Hipparion gracile* gefunden. Die chronostratigraphische Bedeutung dieses dreizehigen Equiden wird im Abschnitt über das Alter der Serie von Baccinello erörtert.

3-6 Hellgelbgrauer bis graugrüner, sehr feingeschichteter, in kalkigem Bindemittel lokker zementierter, feinkörniger, polymikter Sandstein. Zusammensetzung analog Niveau 2. Vereinzelte etwas mergelige Lagen. Stellenweise Kreuzschichtung.

7 Grüngelbbrauner, sehr dünnplattig abbröckelnder, in kalkigem Bindemittel ziem-

lich stark verfestigter, grobkörniger Sandstein, der in seiner Zusammensetzung nicht stark von Niveau 2 abweicht.

8 Lockerer, feinkörniger Sand, analog Niveau 3, mit siltigen Lagen.

9 Etwas grobkörniger als Niveau 8.

10 Lockerer, feinkörniger, glimmerreicher Sand.

10 a Lockerer Sand analog Schicht 10 mit Konglomeratlinsen, deren Komponenten Durchmesser bis zu 4 cm erreichen können.

11 Hellgraugrüner, gelblichbraun gefleckter, ungeschichteter, sandig-siltiger Mergel mit sehr geringmächtigen, linsenförmigen, tonigen Einlagerungen. Feine Gipskristalle. Äusserst seltene Foraminiferen.

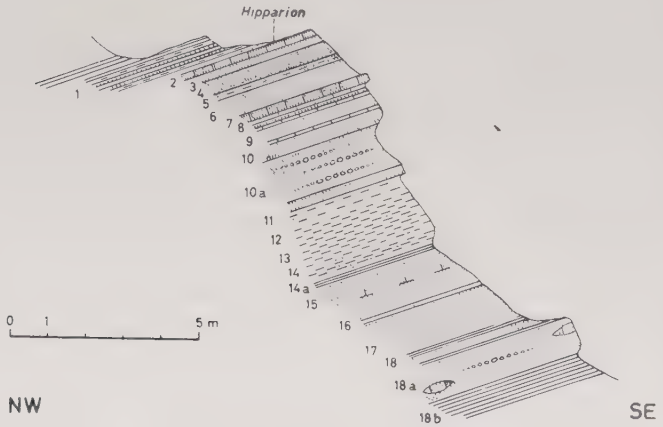


Fig. 8 - Profil durch die *Hipparion*-Schichten 300 m SE P. 315.

12 Hellgraugrüner und gelblichbrauner, feingeschichteter mergeliger Silt.

13 Hellgrauer, feingeschichteter, siltiger Mergel.

14 Hellgrauer bis grünlichgelber, glimmerführender, mergeliger Silt mit sehr dünnen feinsandigen Lagen.

14 a Dunkelgrauer, schwach siltiger Ton.

15 Gelbbraune bis graugrüne, feingebankte, feinkörnige, kalkig verkittete Sande.

16 Siltige Lage in 15.

17 Hellgraugrünlicher, blättrig abbröckelnder, grobkörniger polymikter Sandstein in kalkiger Matrix, nur locker verfestigt. Zusammensetzung analog Niveau 2.

18 Wie 17 mit tonigen Lagen und feinkörnigen Schichten.

18 a Gelbgrünlicher, kalkig zementierter Sandstein mit Kalksandsteinlinsen und konglomeratischen Einlagerungen.

18 b Dunkelgrauer, sehr schwach mergeliger Ton. Feine Gipskristalle, Limonitknollen. Spärliche Microfauna mit seltenen Foraminiferen und vereinzelten Ostracoden (*Iliocypris* sp.).

Reste von *Hipparion* konnten ferner an folgenden Lokalitäten nachgewiesen werden:

— Aufschlüsse nördlich P. 128 (Brücke an Strasse Grosseto-Baccinello) (siehe p. 204);
— Abhänge und Graben SE Pod.e la Locca;
— Aufschluss 400 m ESE Pod.e di Poggio Miliotto (siehe p. 178);

— Oberlauf des Fosso Taffone. Aufschlüsse an nördlicher Böschung ca. 250 m W P. 206 (1).

Stratigraphisches Profil im Schrägstollen 100 *m NE P.* 283, 500 *m W Pod.e Molino della Scoiola.* Ein im Jahre 1958 von der ehemaligen Grubenarbeitergenossenschaft (CO. MI. BA.) ausgehobener Schrägstollen hat uns vorübergehend einen willkommenen Einblick in jene Partie der neogenen Serie von Baccinello gewährt, die in der Gegend des Übersichtsprofils unter der Alluvion des Trasubbie begraben liegt und auch sonst nur sehr lückenhaft exponiert ist.

Durch die Ergebnisse einer im Bachbett des Trasubbie ungefähr bei P. 210 im Jahre 1940 abgeteuften Bohrung, die nach 39,5 m auf ein 2 m mächtiges Flöz von guter Qualität gestrossen war, ermutigt hatte sich die Leitung der ehemaligen Minengenossenschaft im Frühjahr 1958 entschlossen, im oberen Trasubbietal einen neuen Bergwerksbetrieb in Gang zu setzen. Leider mussten dann schon bald nach der Fertigstellung des Hauptstollens (Discenderia) infolge des finanziellen Zusammenbruchs der Bergwerksgenossenschaft sämtliche Arbeiten abgebrochen werden. Der sicht selbst überlassene Stollen stürzte schon innert kurzer Frist ein und heute ist nur noch dessen Eingang sichtbar.

Die vom Stollen durchfahrene Serie setzt sich vom Hangenden ins Liegende aus folgenden Schichten zusammen (siehe Profil Fig. 9):

I Hellgraugrüner, gelblichbraun gefleckter, ungeschichteter mergeliger Silt. Gleitharnische. Die in der unmittelbaren Umgebung des Stolleneingangs anstehenden Schichten enthalten Zähne und Knochenfragmente von *Antilope haupti* Weithofer und *Sus choeroides* Pomel. Auf Grund der Lagebeziehung dieser Fundstelle zum ca. 100 m tiefer liegenden Lignitflöz, müssen diese Schichten dem mittleren Vertebraten-Niveau V 2 zugeordnet werden.

II Varvenartige Wechsellagerung von hellgraublauen schwach siltigen, tonigen Mergeln mit hellgraubraunen siltigen Mergeln. Äusserst seltene Süsswassergastropoden, häufige glattschalige Ostracoden.

III Dunkelgrau und hellgrau gebänderte, sandig-siltige Süsswassermergel mit sehr zahlreichen kleineren Gastropoden (*Amnicola* sp.) und vereinzelten schlecht erhaltenen grösseren Schalen. Dieses Gestein stinkt beim Anschlagen sehr intensiv nach Bitumen. Die feinpsammitische Fraktion besteht zum grössten Teil aus Glimmerplättchen.

IV a Hellgraubräunliche, ungeschichtete siltige Mergel, stark mit feinstem lignitischen Material durchsetzt. Sehr häufige Süsswassermollusken in durchaus schlechtem Erhaltungszustand. Die häufigsten Fossilen sind *Cardium* ex gr. *cypricardioides* Capellini und *Dreissensia latiuscula* Andrusov; daneben treten vereinzelte kleinere Gastropoden (*Amnicola* sp.) auf. Zahlreiche Ostracoden. *Charao*ogonien.

---

(1) Nach dem Abschluss dieser Arbeit wurden Reste von *Hipparion* und dessen Begleitfauna in sehr grosser Anzahl in jener Gegend gefunden, die nördlich des Torr. Melacce an unser Untersuchungsgebiet anschliesst. Besonders erträgliche Fundstellen liessen sich an den gegen das Melacciole-Tal abfallenden Abhängen feststellen, wo Äquivalente unserer Formation mv an vielen Stellen in ausgezeichneter Exposition an die Oberfläche treten.

IV b Mergel obiger Ausbildung alternieren mit dunkelgrauen bis dunkelgraubraunen, nur sehr schwach mergeligen Tonen mit feinen Lignitschmitzen. Extrem häufige durchweg glattschalige Ostracoden. Dieser Gesteinstypus erinnert stark an die im Fosso delle Faine aufgeschlossenen Ostracodenschiefer (siehe p. 170).

V Mergelige Tone homolog IV a. Gleitharnische.

VI Hellgraue, varvenartig heller und dunkler gebänderte etwas mergelige, siltige Tone mit sandigen z.T. mit Limonitkrusten versehenen Lagen. Fossilien analog IV a.

VII Hellgraue, schwach sandig-siltige, Lignitpartikel-führende, tonige Mergel in feiner Wechsellagerung mit dunkelgrauen siltigen Mergeln. Fossilinhalt wie IV a.

VIII-IX Hellgraugrünliche, sehr schwach siltige, mergelige Tone. Gleitharnische; Fossilien analog IV a, daneben vereinzelte grössere Gastropoden (*Galba*?).

X Hellgraue mit feinstem Pflanzenhäcksel durchsetzte, schwach siltige Mergel mit sehr feinen Lignitfilmen. In schlechtem Erhaltungszustand treten darin sehr häufige Dreissensien auf (*Dreissensia deshayesi* Capellini und *Dreissensia latiuscula* Andrusov).

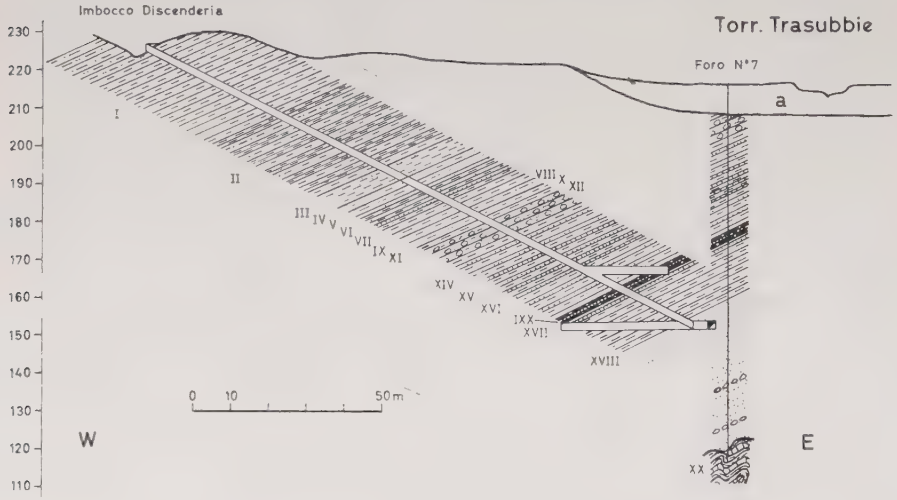


Fig. 9

XI Lithologie und Fauna wie VIII; feingebankt.

XII-XIII Grünes, teilweise rot gefleckte, fein-bis grobkörniges Konglomerat mit gut gerundeten und eckigen Komponenten (zumeist Abtragungsprodukte von kalkigen Formationen) in sandiger, mergeliger Grundmasse.

XIV-XVI Alternanz von gelbbräunlichen sandig-siltigen Tonen mit hellgrünen feinsandigen Lagen. Die Mächtigkeit der einzelnen Bänder schwankt zwischen 1 und 3 mm, wobei die grünen Lagen in der Regel geringmächtiger als die gelben sind. Gleitharnische. Neben sehr zahlreichen Ostracoden treten darin auch kleine Mollusken (*Pisidium* sp., *Amnicola* sp., *Theodoxus mutinensis* (d'Ancona) sowie häufige Oogonien von Characeen auf. Die Fossilien sind zum Teil mit Pyrit angefüllt. Dieser Gesteinstypus konnte in den oberflächlichen Aufschlüssen der Baccinello Serie nirgends gefunden werden.

XVII Hellgrüner, fein-mittelgrober Sandstein mit feinkonglomeratischen Komponenten in nur sehr schwach mergeliger Tonmatrix.

XVIII Graugrüne mittelgrobe Sande in toniger Grundmasse mit feinkonglomeratischen, zumeist plattigen Einschlüssen von vorwiegend nichtkarbonatischen grünlichen Gesteinen.

XIX Hellbrauner - weisser, vereinzelte psammitische Partikel führender, schwach mergeliger, kreidiger Süsswasserkalk mit Lignitschmitzen, Schalenresten von Gastropoden, Ostracoden und *Chara*oogonien; beim Anschlagen stark nach Bitumen stinkend. Dieser Horizont ist ca. 75 cm mächtig und befindet sich zwischen zwei Lignitflözen, die eine Mächtigkeit von je einem Meter erreichen.

XX Beckenuntegrund - Argille scagliose s.l.

Für die lithologischen Angaben über die Schichten im Liegenden des Schrägstollens können wir keine Gewähr leisten. Gemäss den noch vorliegenden Dokumenten der Bohrfirma hat die Bohrung N 7 von 56,50-93,50 m nur Sandsteine durchfahren, während Falini für denselben Abschnitt des Kerns Sandsteine und grüne Feinkonglomerate angibt (arenarie e puddinghe verdi), ohne jedoch näher auf die Lagerungsverhältnisse derselben einzutreten. Die unteren 35 m unseres Profils sind deshalb als stark schematisiert aufzufassen.

Stratigraphische Beschreibung wichtiger Einzelprofile, die nicht in direktem Zusammenhang mit dem Übersichtsprofil stehen.

Während der allgemeine lithologische Charakter der im vorangehenden Kapitel beschriebenen Baccinello-Serie auch in den übrigen Aufschlüssen der obermiocaenen Sedimente erhalten bleibt und die grobe, der Kartierung zu Grunde liegende stratigraphische Unterteilung der neogenen Schichtfolge, mit wenigen Ausnahmen in ihrem westlichen Aufschlussbereich, auf das ganze Untersuchungsgebiet übertragbar ist, so kommt dem Übersichtsprofil in seinen Einzelheiten infolge ausgeprägten lateralen Facieswechsels und beträchtlichen Mächtigkeitsunterschieden doch nur eine ziemlich lokale Bedeutung zu.

Die detaillierte Beschreibung der obermiocaenen Ablagerungen soll deshalb durch die Darstellung verschiedener Einzelprofile vervollständigt werden, wobei besonders Aufschlüsse, die auf Grund ihres Fossilgehalts oder ihrer lithologischen Ausbildung eine Korrelation mit dem Übersichtsprofil ermöglichen, berücksichtigt wurden.

Aufschluss am rechten Trasubbieufer 200 m NNE P. 210. In der Gegend NNE Pod.e Molino della Scoiola hat sich der Trasubbie mehr oder weniger senkrecht zum Einfallen der Schichten in diese eingefressen, so dass es an seinem westlichen Ufer zur Bildung von Steilwänden gekommen ist, welche die typischen, in der italienischen Terminologie « Calanchi » genannten Erosionsformen zeigen.

Die Aufschlüsse zwischen den vom Pod.e la Cava, resp. vom Häuschen bei Kote 277 kommenden Seitenbächen haben sich wiederholt als ausgezeichnete Fundstellen von Wirbeltierknochen und-zähnen erwiesen. Die

hier geborgene Vertebratenfauna setzt sich aus folgenden Arten zusammen:

? *Oreopithecus bambolii* Gervais
Sus choeroides Pomel
Antilope gracillima Weithofer
Antilope haupti Weithofer
Antilope sp. indet. (grosse Form)
Paludotona etruria Dawson

In der Schicht 10 des Übersichtsprofils wurde eine etwas spärlichere, aber in ihrer spezifischen Zusammensetzung analoge Fauna gefunden, weshalb die hier austreichende Partie der Serie von Baccinello mit dem

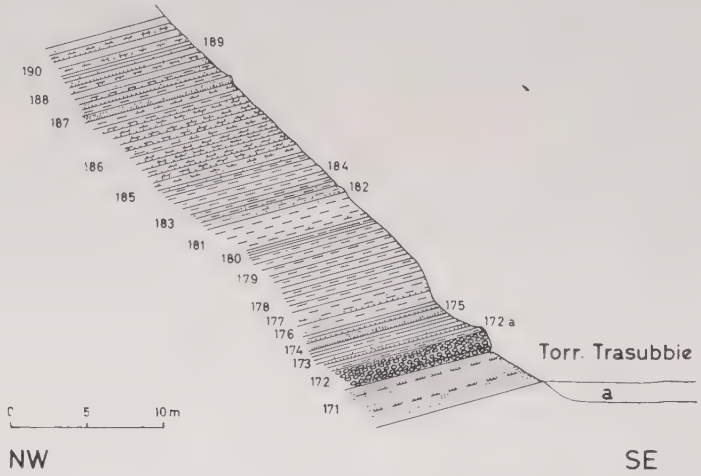


Fig. 10 - Profil durch die Aufschlüsse am rechten Trasubbieufer 250 m NW Pod.e Molino della Scoiola.

mittleren Vertebraten-führenden Niveau V 2 korreliert werden kann.

Vom Liegenden ins Hangende konnte folgendes Profil aufgenommen werden (siehe Profil Fig. 10):

171 Hellgrüner, schwach mergeliger Sand, grobkörnig, teilweise feinbrekziöses Material führend. 3 m mächtig.

172 Dunkelgrünes Konglomerat, in grüner grobsandiger Matrix nur sehr locker verfestigt. Korngrösse ca. 10-15 cm, ausnahmsweise treten auch bis kopfgrosse Komponenten auf. Dieses 1,5 m mächtige Konglomerat besteht zur Hauptsache aus Geröllen von sandigen Gesteinen, die eine sehr gute Rundung aufweisen. Daneben kommen darin schlechter gerundete und z.T. nur kantengerundete Komponenten von « Palombino »-Kalk und eines nichtkarbonatischen grünen dichten Gesteins vor. Die petrographische Untersuchung von zwei sandigen Geröllen hat folgende Zusammensetzung ergeben:

1. Grobkörnige grüne Komponente:
Trümmer von: Quarz, Plagioklas, Kalifeldspat (Mikroklin), trachitischen Vulkaniten, Hellglimmer, Serezit, Chlorit, Biotit, Quarzit bis Quarzit-Muscovit-Schiefer oder Phyllit, Granat, Epidot, Erz z.T. Nadeleisenerz, Turmalin, Apatit.

2. Eine feinkörnige grüne Komponente erwies sich als eine Arkose folgenden petrographischen Bestandes:
Quarz, Hellglimmer und Serezit, Plagioklas z.T. stark zersetzt (serezitisiert), Kalifeldspat (perthitischer Mikroklin), Turmalin, Chlorit, Erz.

172 a Hellgrüne, sandige Mergel mit feinkonglomeratischen Linsen; sehr häufige, kalkige Konkretionen, welche meistens von einer dunkelbraunen bis schwarzen Patina umkrustet sind. Auch Wirbeltierknochen, die in diesem Niveau ziemlich häufig auftreten, können dieselbe Umkrustung aufweisen.

173 Graugrüne, rötlich gefleckte, stark sandige, siltige, sehr schwach mergelige Tone.

Fig. 10 a - Ansicht der Aufschlüsse von Schichten der Formation mv am nordwestlichen Trasubbieufer, unmittelbar südwestlich des aus der Gegend des Pod.e la Cava kommenden Seitengrabens.
P-P' entspricht dem Verlauf des in Fig. 10 widergegebenen Profils.
V = Vertebraten-führende Niveaux.

174 Hellgrüner, locker in tonigem Bindemittel verfestigter Sand mittleren bis feinen Korns, nur sehr wenig karbonatische Komponenten führend. Feinkonglomeratische Einschlüsse.

175 Blaugraue, einsenschüssige, stark sandige Tone.

176 Hellgraugrüne, bräunlich gefleckte, mergelige Sande.

177 Graublaue, rostbraun gefleckte, sandige Mergel mit häufigen Konkretionen.

178 Hellgraugrüne, siltige Mergel mit Schalenfragmenten von Süsswassergastropoden, Operkeln von Bythinien; häufige Wirbeltierknochen und-zähne.

179 Hellgrüne, gelblichbraun bis dunkelbraun gefleckte, sehr stark mergelige, sandige Silte.

180 Dunkelblaue, sehr schwach mergelige Tone.

181 Hellblaugraue, gelblichbraun gefleckte, sehr schwach sandige Mergel.
182 Hellgrüne, mergelige Sande mit Wirbeltierknochen.
183 Blaugrünliche bis gelbgrünliche, sandige Mergel.
184 Hellgraugelbliche, sandige, mergelige Silte.
185 Dunkelgraublaue, schwach siltige, sehr schwach mergelige Tone.
186 Wechsellagerung von dunkelgraublauen und rosarotgrünlichen, schwach sandigen Mergeln.
187 Graugrüner, gelblichbrauner, glimmerreicher, lockerer Sandstein in mergeliger Matrix.
188 Wechsellagerung von ca. 30 cm mächtigen Bändern von gelbrötlichen bis gelben, lokker verfestigten Sanden und hellgrünen sandigen Mergeln. Konkretionen ohne die unten erwähnten Umkrustungen.
189 Dunkelgraublauer, siltiger Ton.
190 Lithologie analog 188.

Die an der Basis dieses Profils auftretende konglomeratische Schicht hat sehr beschränkte Bedeutung, da es sich um ein lokales seitlich rasch auskeilendes, linsenförmiges Vorkommen handelt. Die pelitisch-psammitischen Lagen im Hangenden davon weisen hingegen eine wesentlich konstantere Horizontalverbreitung auf, die weit über den hier aufgeschlossenen Bereich hinausragt.

Die obere Partie der Baccinello-Serie 400 m ESE Pod.e di Poggio Miliotto. Im Einzugsgebiet des bei P. 152 in den Melacce mündenden Seitenbachs ist ESE des Pod.e di Poggio Miliotto die obere Partie der obermiocaenen Serie sehr gut aufgeschlossen. Besonders der Übergang von der Formation mv zur Formation mc ist hier besser als beim Übersichtsprofil der Beobachtung zugänglich, weshalb wir an dieser Stelle eine detaillierte Aufnahme der anstehenden Schichten vorgenommen haben. Ferner konnte in dieser Sektion die aus dem Übersichtsprofil ermittelte Lage der *Hipparion*schichten im Liegenden der Süsswasserkalke bestätigt werden.

Das Profil setzt sich vom Liegenden ins Hangende aus folgenden Gesteinen zusammen (siehe Fig. 11):

226 Hellgrüner bis graublauer, gelblichbraun gefleckter, schwach sandiger, mergeliger Ton mit grossen Gipskristallen an der Oberfläche.
227 Hellgraublauer, gelb gefleckter Ton.
228 Hellgrüner, rötlichgelb gefleckter, sehr schwach sandiger Mergel.
191 Gelber, sehr grober Sandstein mit vielen feinkonglomeratischen Komponenten. Kreuzschichtung.
192 Hellgraugrüner, rotbraun gefleckter, sandiger Mergel.
193 Hellgraublauer, grünlichgelb gefleckter, siltiger Mergel.
194 Hellgraugrüne bis hellrötlichbraune, schwach siltig-sandige, mergelige Tone.
195 Hellblaugraue, grünlichgelb gefleckte, sandige, schwach mergelige Tone.
196 Hellblaugraue, gelblichbraun gefleckte, schwach sandige, mergelige Tone.
197 Graugrüne, gelblich gefleckte, mergelige Tone.
198 Hellgraugrüne, bis gelbe, schwach sandige Mergel.
199 Dunkelgraugrüne, spärlich gelbbraun gefleckte Tone.

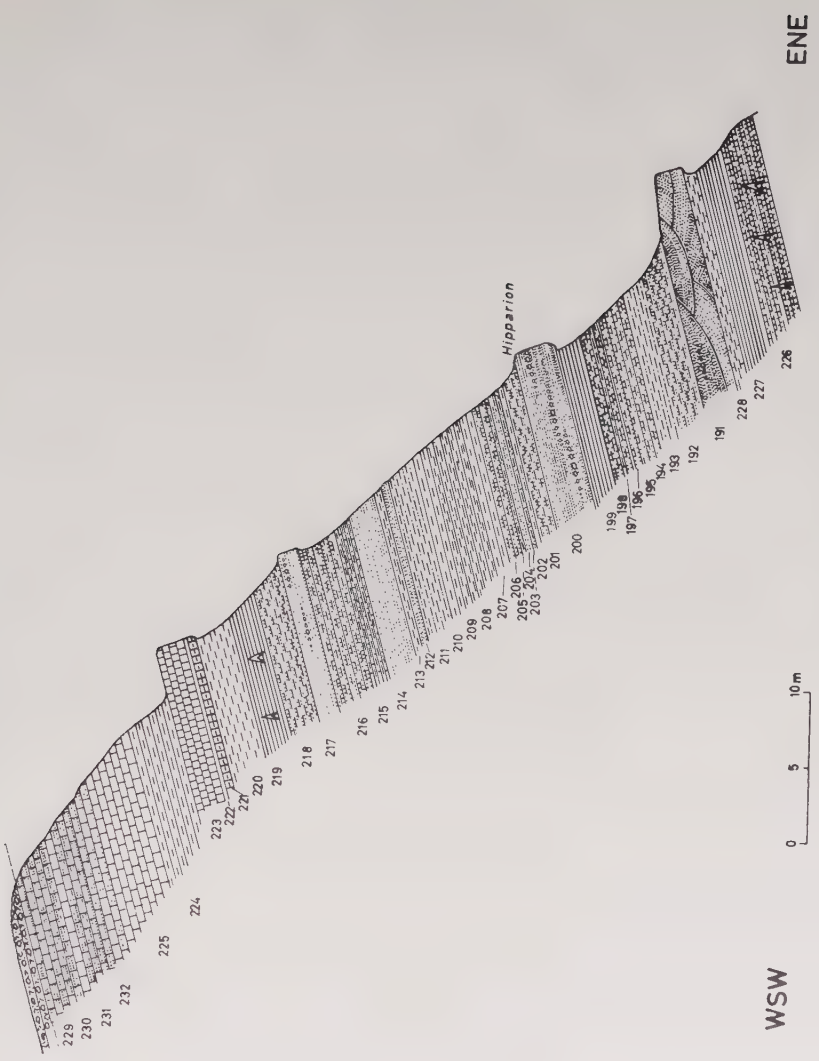


Fig. 11 - Profil durch die Aufschlüsse 400 m ESE Pod.e di Poggio Miliotto.

200 Stark mit feinkonglomeratischen Komponenten durchsetzter, grober Sandstein in kalkigem Bindemittel locker verfestigt.

201 Rötlichgrüne sandige Mergel. In diesen Schichten tritt eine Vertebratenfauna auf die einen ziemlich schlechten Erhaltungszustand aufweist. Mit Sicherheit konnte nur *Hipparion gracile* Kaup bestimmt werden, woraus sich die Zugehörigkeit dieser Schichten zum oberen Vertebraten - führenden Horizont V 3 ergibt.

202 Graugrüne, gelblichgrün gefleckte, schwach sandige, mergelige Tone.

203 Gelb, rot und grün gefärbte, schwach sandige Mergel.

204 Hellgraugrüne bis gelbe, lockere feinkörnige Sande in mergeliger Matrix.
205 Gelb, rot und grün gefärbte, schwach sandige Mergel.
206 Intensiv hellgrüne, rötlich und gelbbraun gefleckte, schwach sandige, mergelige Tone.
207 Hellgraugrüne, mergelige Tone.
208 Gelblichgrüne, rötlichbraun und intensiv blaugrün gefleckte, schwach siltige, mergelige Tone.
209 Hellgraugrüne, gelblichbraun gefleckte, sehr schwach siltige Mergel.
210 Hellgraugrüne, hellrötlich durchzogene, mergelige Tone.
211 Hellgrüne, gelblichgrün gefleckte, siltige Mergel.
212 Hellgrünlichgelber, feinkörniger Sand in dünnen Lagen, Matrix kalkig-mergelig.
213 Hellgelblichbrauner, graugrünlich gefleckter, mergeliger Silt mit vereinzelten sandigen Körnern.
214 Hellgelblichgrüner bis rotbrauner, nur sehr locker verfestigter Sandstein in stark kalkiger Matrix.
215 Hellrötlichbrauner bis grünlichgelber, sandiger, mergeliger Silt.
216 Dunkelblaugrauer, gelblichgrün gefleckter, schwach sandiger, mergeliger Ton mit Schalenfragmenten von Süsswassermollusken.
217 Grüngelber Sandstein groben Korns mit Lagen von feinem Konglomerat.
218 Hellgraugrüner, hellgelb und rostbraun verwitternder, sandiger Mergel mit extrem feinen Lignitschmitzen durchsetzt.
219 Dunkelgraugrüner, stark mit limonitisch umkrusteten Gipskristallen durchsetzter Ton.
220 Hellbrauner bis graugrünlicher Mergel mit Süsswassergastropoden (*Saccoia*), Gips in feinen Kristallen.
221 Hellrötlichbraune, schwach mergelige, kreidige Kalke in feinen Bänken. Ostracoden und Süsswassermollusken.
222 Graugrüner, stark mit Limonit und Gips, dieser in kleinen und grösseren Kristallen durchdrängter, reiner Ton.
223 Weisser, feingeschichteter, feinkörniger, nach Bitumen stinkender, kreidiger Kalk mit glattschaligen Ostracoden, Oogonien von *Chara* und Süsswassermollusken, die sehr schlecht erhalten sind und meistens nur als innere Abdrücke im Gestein vorliegen (*Melanopsis* und kleinere Gastropoden). Dieser Horizont entspricht dem oberen Mollusken-führenden Niveau F 2 des Übersichtsprofils.
224 Rötlichgelber, graugrüner, schwach sandiger mergeliger Ton mit feinem Pflanzenhäcksel und sehr häufigen glattschaligen, auch grösseren (bis 0,5 mm) Ostracoden. Vereinzelte limonitisierte Kerne von kleinen Gastropoden.
225 Hellgraurötlicher, dichter Kalksandstein mit Oogonien von *Chara*.
232 Weissgrünlicher, rot und gelbbraun gefleckter, feinsandiger Kalk mit glattschaligen Ostracoden.
231 Gelbbraun bis grünlicher Sandstein in kalkiger Matrix.
230 Hellgraurötlicher, dichter Kalk, mit gelbbraunen Lagen von grobsandigem Kalk alternierend.
229 Weissgrüner, limonitisch durchzogener Sandstein in kalkiger Grundmasse.

Anhand von Dünnschliffen wurden die entlang des oben beschriebenen Profils aufgeschlossenen kalkigen Gesteine auf ihre sedimentologische Zusammensetzung näher untersucht, wobei sich für die einzelnen Proben folgender Aufbau ergab:

223 Kreidiger Kalkpelit mit äusserst geringem detritischen Anteil. In den Fossilien (vorwiegend Ostracoden) konnte z.T. Geopetal-Gefüge festgestellt werden. Frass- ev. Wurzelgänge.
225 Sehr feiner sandiger Kalkarenit.
Komponenten: Skelettmaterial bestehend aus *Chara*oogonien, Ästchen von Characeen, nicht näher bestimmbare Chlorophytenreste.
Mud-pebbles, Korngrösse 0,05 mm.
Terrigener Detritus, vorwiegend aus Quarz und Glimmer bestehend, Korngrösse 0,05 bis 0,08 mm.

Die Grundmasse ist zu 60% kalzitisch kristallin, zu 40% kalkpelitisch.

232 Sandiger Calcilutit.
Komponenten: Sandige Fraktion bestehend aus häufigem Quarz, Kalifeldspat, Plagioklas, Chlorit, spärlichem, ev. aufgearbeiteten Glimmer, Gesteinsfragmente von granitischer Zusammensetzung. Mittlere Korngrösse 0,03-0,05 mm, ausnahmsweise Körner von 0,5 mm Grösse.
Mud-pebbles mit Korngrösse von ca. 0,05 mm, die an den Rändern eine diffuse Struktur aufweisen, die wahrscheinlich auf partielles Auflösen während der Diagenese zurückzuführen ist.
*Chara*oogonien, seltene Ostracodentrümmer. Kalkpelitische Grundmasse.

231 Sehr feinkörnig bis feinkörniger Sandstein mit calcitisch kristalliner Grundmasse, in welcher auch vereinzelte klastische Calcitkörner auftreten. Die psammitische Fraktion setzt sich aus folgenden Komponenten zusammen: Quarz, Plagioklas z.T. verzwillingt, Hellglimmer, Serpentin.
Sehr häufige Trümmer von Ostracodenschalen, *Chara*oogonien.

230 Calcilutit, aus folgenden Bestandteilen zusammengesetzt: Mud-pebbles (Schlamm-Körperchen) enstanden durch Akretion oder Aufarbeitung. Daneben treten auch « Fecal-Pellets » auf. *Chara*oogonien, Ostracodenschalentrümmer, fragliche, wahrscheinlich aufgearbeitete Echinodermenfragmente. Die Hohlräume in den Fossilien sind entweder mit groben Calcitkristallen oder mit einem extrem feinen (mikrokristallinen) Pelit angefüllt.
Vereinzelte Quarzkörner.
Die Grundmasse ist teils calcitisch kristallin, teils kalkpelitisch. Der pelitische Anteil weist eine etwas verwischte, merkwürdige meanderartige Struktur auf. Es konnte nicht festgestellt werden, ob diese von primärer oder sekundärer Entstehung ist, doch kann sie möglicherweise auf das Fliessen von Lösungen oder auf Anhäufung von Algenmaterial zurückgeführt werden.

229 Sandstein in calcitisch kristalliner Grundmasse.
Komponenten: Quarz, Biotit, Kalifeldspat ev. Mikroklin, Plagioklas mit Zwillingslamellen, Hellglimmer. Als Herkunft für diese Mineralien kann ein Zweiglimmergranit angenommen werden. Die Korngrösse des sandigen Anteils beläuft sich um 0,04-0,2 mm. Die Quarzkörner sind zum Teil korrodiert und von einer Verwitterungskruste umgeben.
Ostracoden, *Chara*oogonien.
Die Grundmasse ist zu 70% calcitisch kristallin und zu 30% kalkpelitisch.

Gemäss F. Falini (p. 9) enthalten die hier anstehenden Süsswasserkalke ein schmächtiges Lignitflöz, welches nach den Angaben obigen Autors in stark verwittertem Zustand gerade längs unseres Profils aufgeschlossen sein sollte. Trotz sehr genauer Untersuchung aller seitlich des Profilverlaufs liegender Ausbisse von Süsswasserkalken ist es uns nicht gelungen, dieses Lignitvorkommen zu lokalisieren. Wir vermuten, dass es von Bauern zu Heizzwecken seit den Untersuchungen Falini's vollständig ausgebeutet wurde und heute deshalb nicht mehr sichtbar ist. Auch die Anlage einer bereits fast vollständig verrutschten Strasse, die auch die Süsswasserkalke durchquert, könnte zur Vernichtung jenes Ausbisses beigetragen haben. In diesem Zusammenhang seien noch die von De Castro & Pilotti angeführten Lignitausbisse im Oberlauf des Fosso Fronsina, SW des Pod.e di Poggio Miliotto erwähnt.

De Castro & Pilotti deuteten jene schmächtigen Kohlevorkommen als nördliche Fortsetzung des Hauptfözes von Baccinello und Cana. Diese

Auffassung ist jedoch bereits von Falini (p. 16) eindeutig widerlegt worden, der diese Lignitvorkommen auf Grund ihrer stratigraphischen Lage und den lithologischen Analogien zu den seinerzeit sichtbaren Aufschlüssen SE P. 315 (La Crocina) und 400 m ESE Pod.e di Poggio Miliotto einem oberen produktiven Niveau zuordnet, welches unserer Formation mc entspricht. Leider waren zur Zeit unserer Felduntersuchungen die Lignitausbisse längs des Fronsina-Oberlaufs nicht mehr der Beobachtung zugänglich. Nur dank den Angaben eines Grubenvorarbeiters liess sich an der südlichen Fronsinaböschung bei P. 259 (Lokalität « Le Verone ») die ungefähre Lage eines in der Formation mc enthaltenen Lignitausbisses rekonstruiren. Während die Süsswasserkalke in dieser Gegend an beiden Böschungen der Fronsina und z.T. auch im südlich des Grabens liegenden Feld anstehen, ist gegenwärtig von der Kohle selbst nichts mehr zu sehen, da diese zuerst oberflächlich, dann in einer kleinen Gallerie abgebaut worden ist. Gemäss an jenen Arbeiten beteiligten Bergleuten handelte es sich um eine ziemlich unreine, nur ca. 50 cm mächtige Kohle, weshalb die Förderung nach einigen Monaten wieder eingestellt wurde und heute ist die ehemalige bergmännische Tätigkeit nur noch an Anhäufungen von zusammenhangslosem Gesteinsmaterial zu erkennen.

Die Aufschlüsse mit Lignitvorkommen im Oberlauf des Fosso Sansola und E Pod.e Camposasso. Das in der Formation mc enthaltene schmächtige Lignitflöz, welches — wie bereits erörtert — in früheren Zeiten im Gebiet zwischen dem Trasubbie und dem Fosso Fronsina an verschiedenen Stellen an die Oberfläche trat, heute aber infolge Ausbeutung oder äusserst schlechter Aufschlussverhältnisse dort nur noch W Pod.e la Cava sichtbar ist, streicht im Bachbett der Fronsina und in der Gegend nördlich davon an mehreren Orten in guter Exposition aus. Da sich die Feinstratigraphie dieser lignitführenden Schichten von Aufschluss zu Aufschluss stark verändert, seien im Folgenden vier der wichtigsten Ausbisse sehr detailliert dargestellt.

Aufschluss an der zeitweise befahrbaren Strasse ca. 200 m E Pod.e Camposasso (siehe Profil Fig. 12 und Fig. 13). Dieser Ausbiss befindet sich ziemlich an der Basis einer ca. 40 m mächtigen Serie von vorwiegend dünngebankten Süsswasserkalken, die in Lithologie und Fossilgehalt gut mit der unteren und mittleren Partie der bereits beschriebenen Aufschlüsse der Formation mc übereinstimmen; die sandigen Lagen, welche im Übersichtsprofil und in der Sektion ESE Pod.e di Poggio Miliotto den oberen Abschluss der Formation mc bilden, sind hier nicht zur Ablage-

rung gelangt, oder vor der pliocaenen Transgression erodiert worden. Das Lignitflöz ist am besten in einem kegelstumpfartig von der Erosion herausgearbeiteten, von dichtem Gestrüpp überwachsenen Höcker aufgeschlossen, an welchem wir folgendes Profil aufgezeichnet haben (von unten nach oben):

100 Graugrüne, sehr schwach tonige, leicht sandige, ungeschichtete Mergel mit feinen Lagen von Gipskristallen in Spalten und Klüften. Diese Kristalle sind vielfach von einer limonitischen Kruste umgeben und verleihen dem eigentlich grünen Sediment einen orange-gelben bis weiss gefleckten Aspekt. Der $CaCO_3$-Gehalt nimmt gegen oben rasch ab, so dass diese Mergel bald in reine, schwach sandige, grüne Tone übergehen.

101 Feingeschichtete, stark mit pflanzlichem, nur teilweise inkohltem Material, Filmen von Lignit und Jarosit durchsetzte, braunschwarze Tone mit Limonitüberzügen und Gips auch in grösseren Kristallen.

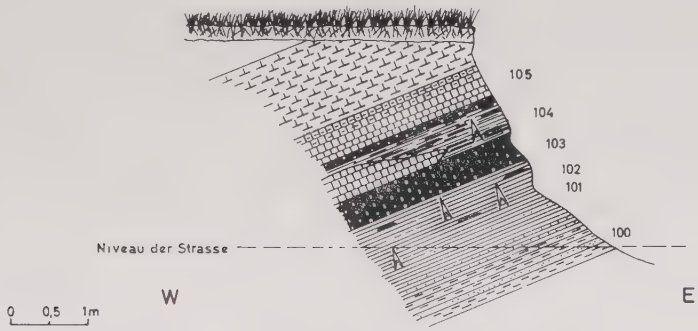


Fig. 12 - Lignitausbiss längs der zeitweise befahrbaren Strasse 200 m E Pod.e Camposasso.

102 Grüne Tone, stark mit härteren, limonitisierten Linsen durchzogen, Gips in grösseren Kristallen, sowie in feinem Pulver über das anstehende Sediment verstreut. Süsswasserfossilien - hauptsächlich Melanopsiden- in schlechtem Erhaltungszustand.

103 Lignitflöz, fein gebankt mit Jarositlagen; den Übergang vom liegenden « Underclay » bildet ein schwächer inkohltes, stark toniges, ca. 5 cm mächtiges Bändchen braunroter Farbe.

104 Feingeschichtete, hellbraunrötliche, stark Pflanzenhäcksel-führende Tone (Gyttja) mit cm-mächtigen Schmitzen von Lignit. Auch hier tritt Jarosit, Limonit und Gips auf. Darin befindet sich eine Linse von kreidigem Süsswasserkalk.

105 Nach graduellem Übergang in ein ca. 10 cm mächtiges Lignitflözchen folgen weisse, sehr leichte kreidige Süsswasserkalke, die allmählich von einem stark nach Bitumen reichenden, hellbraunen kalkigen Mergel abgelöst werden. Diese Schicht führt eine sehr an Individuen reiche Macrofauna, die sich aus folgenden Arten zusammensetzt:

Hydrobia pisana Capellini
Hydrobia sp.
Melanopsis bartolinii Capellini
Melanopsis fallax Pantanelli
Melanopsis fusulatina Sacco
Micromelania (*Microbeliscus*) cf. *turbellinoides* Fuchs
Theodoxus grateloupi Ferussac
Theodoxus mutinensis (d'Ancona)
Dreissensia deshayesi Capellini

An Microorganismen treten darin neben *Chara*oogonien folgende Ostracoden auf:

Cyprideis litoralis Peta
Potamocypris cf. *variegata*
Cytheromorpha sp. sp.
Loxoconcha sp. n.
? *Loxoconcha* sp. n.
Loxoconcha sp. sp.
? *Leptocythere* sp.

Es ist erstaunlich, dass die Ostracoden aus den Süsswasserkalken,

Fig. 13 - Ansicht der oberen Süsswasserkalke (Formation mc) mit Lignitvorkommen an der zeitweise befahrbaren Strasse 200 m E Pod.e Camposasso.

deren Ablagerungsbereich durch die Macrofauna eindeutig definiert erscheint, fast durchaus auf ein brackisches Milieu hinweisen. Auf Grund des ausgezeichneten Erhaltungszustandes kann von einer Aufarbeitung abgesehen werden und es muss deshalb eine vielleicht nur zeitweilige brackische Beeinflussung der Formation mc angenommen werden.

Die Aufschlüsse im Oberlauf des Fosso Sansola. Im ziemlich genau von Osten nach Westen fliessenden Oberlauf des Fosso Sansola treten totz ausgeprägtem Westfallen die oberen lignitführenden Schichten infolge mehrerer antithetischer Brüche an verschiedenen Stellen zu Tage. Obwohl es sich in allen Fällen nur um sehr kleine, isolierte Aufschlüsse

handelt, an welchen besonders die Fortsetzung gegen das Liegende nur ausnahmsweise der Beobachtung zugänglich ist, besteht auf Grund lithologischer Analogien und faunistischer Übereinstimmungen kein Zweifel, dass auch hier Teile der Formation mc vorliegen. Ob es sich bei diesen Lignitflözchen immer um exakt dasselbe stratigraphischen Niveau oder um verschiedene in den Süsswasserkalken enthaltene, linsenförmige Kohlevorkommen handelt, kann auf Grund der stark gestörten Lagerungsverhältnisse nicht entschieden werden, wenn auch die im Detail grossen Faciesunterschiede eher für die zweite Möglichkeit sprechen.

Von den insgesammt fünf Ausbissen war es nur an dreien möglich, den Schichtverband zu rekonstruieren:

1) Aufschluss an der linken Böschung des F. Sansola, ca. 400 m NW Pod.e del Renzi (siehe Fig. 14 a):

335 Hellgraue, sandige Mergel ohne ausgeprägte Schichtung mit häufigen Süsswassermollusken: *Melanopsis bartolinii* Capellini, *Melanopsis* sp., *Hydrobia pisana* Capellini, *Theodoxus grateloupi* Ferussac, *Theodoxus mutinensis* d'Ancona, *Saccoia* sp., *Dreissensia deshayesi* Capellini. Gegen oben werden diese Mergel infolge zunehmender Einlagerung von feinem lignitischen Material allmählich dunkler und gehen dann in ein

336 sehr feingeschichtetes Lignitband über, das stark zerklüftet ist. Die Klüfte sind von Limonit überzogen und teilweise mit einer hellgelben, pulverigen Substanz, wahrscheinlich Jarosit, belegt. Unmittelbar ober dem Lignitflöz befindet sich eine sehr geringmächtige (1/2 cm) Lage von hellgrauen mergeligen Silten.

337 Sehr fein heller und dunkler gebänderte, im Gesamtaspekt hellbräunliche, schwach mergelige, kreidige Süsswasserkalke mit nicht näher bestimmbaren Melanopsiden und Dreissensien. Die Fossilien sind zumeist in einzelnen, wenige cm mächtigen Lagen angereichert. Die erwähnte Feinbänderung erinnert stark an die in der Literatur dargestellten Abbildungen von Warven. Auch in diesem Fall dürfte der Farbunterschied auf einen wahrscheinlich jahreszeitlich bedingten Wechsel in der Zufuhr an organischer Substanz zürückzuführen sein. Knapp oberhalb des schmächtigen Lignitflözes sind Knollen durch Pyritisation stärker verhärteten Materials eingelagert.

2) Aufschluss an der linken Böschung des Fosso Sansola, ca. 50 m E P. 186 (siehe Fig. 14 b):

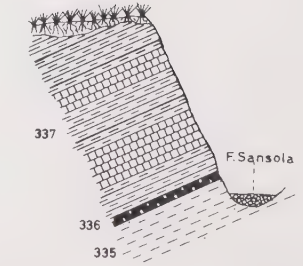
338 Graugrüne, schwach mergelige, kreidige Süsswasserkalke, hell-dunkel gebändert, mit stark tonigen, ebenso geringmächtigen Lagen alternierend. An der Basis befindet sich eine stärker verfestigte Kalksteinbank, in der häufige Süsswasserfossilien auftreten: *Melanopsis fallax* Pantanelli, *M. fusulatina* Sacco, *Dreissensia deshayesi* Capellini.

339 Schwach mergeliger, kreidiger Kalk analog Schicht 338, gegen oben in dunkelgraugrüne, ungeschichtete Mergel übergehend, an deren Basis Schalen der üblichen Süsswassermollusken stark angereichert sind.

340 Hellbraune, stark nach Bitumen reichende, kreidige Süsswasserkalke mit Schalenresten.

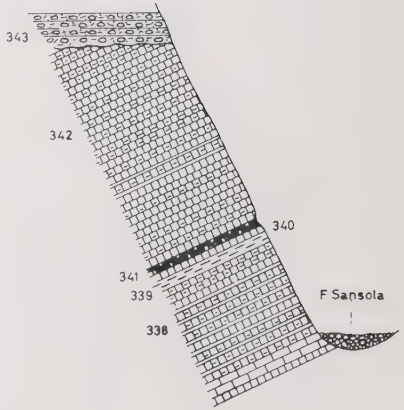
341 Lignit in sehr feinen Lagen in feiner Wechsellagerung mit schwächer inkohltem Material und tonigen Lagen, welche Anhäufungen von Schalenfragmenten führen.

342 Alternanz von hellgrauen bis graugrünen, sowie gelbbrauner, feingeschichteter, schwach mergeliger, kreidiger Kalke mit vielen Fossilien. Ca. 90 cm über dem Lignit tritt ein ca. 12 cm mächtiges Band dunkler kohliger Tone auf.

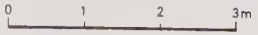


Linke Böschung des F. Sansola
ca. 400 m NW Pod.e del Renzi

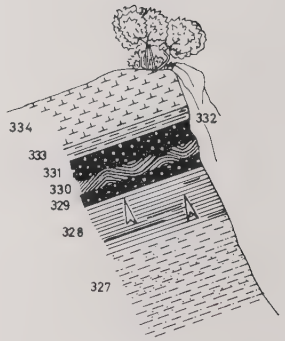
14 a



Linke Böschung des F. Sansola
ca. 50 m E P.186



14 b



Rechte Böschung des F. Sansola
ca. 300 m S Pod.e le Pigne

14 c

Fig. 14 - Profile durch die Aufschlüsse der oberen Süsswassermergel und-kalke im Oberlauf des Fosso Sansola.

343 Darüber folgen in diskordanter Auflagerung in rotem Ton eingebettete Konglomerate und Sande. (Basis des Pliocaens).

3) Aufschluss an der rechten Böschung des Fosso Sansola, ca. 300 m S Pod.e le Pigne (siehe Fig. 14 c):

327 Sandig siltige Mergel mit vereinzelten unbestimmbaren Knochenfragmenten.
328 Gelbgrüner schwach sandiger, nur schlecht geschichteter Ton mit kleinen Gipskristallen an Klüften und in Ausblühungen an der Oberfläche. Pflanzenhäcksel, Lignitschmitzen.
329 Lignit, matt bis schwach glänzend, in sehr dünnen Lagen.
330 Gefälteter, braunvioletter Ton mit Gleitharnischen.
331 Lignit, stark glänzend, sehr feingeschichtet, von vielen kleinen Brüchen durchzogen.
332 Sehr feine Wechsellagerung von kohligen Tonen mit Lignitschmitzen; an der Basis tritt sehr viel Jarosit auf.
333 Hellgrünliche bis braungelbe Mergel mit sehr vielen, selten gut erhaltenen Schalen der üblichen Süsswassermollusken.
334 Stark kalkiger Süsswassermergel mit Ostracoden und vereinzelten unbestimmbaren Melanopsiden.

Weitere Aufschlüsse der Süsswasserkalke mit Lignitvorkommen befinden sich an folgenden Lokalitäten:

— Fosso Taffone, rechte Böschung, ca. 400 m WNW Pod.e le Pigne, 30 m über dem Bett des Grabens. Die stratigraphischen Verhältnisse sind denjenigen des östlichsten Sansola-Ausbisses sehr ähnlich. Auch hier ist das Lignitflöz nicht in die Süsswasserkalke eingelagert, sondern es befindet sich in direkter Überlagerung auf die psammitisch/pelitische Serie der Formation mv und wird von derselben nur durch eine geringmächtige Lage von grünem, ungeschichteten « Underclay » abgetrennt. Über dem ca. 70 cm mächtigen, teilweise stark verunreinigtem Flöz folgen dünngebankte etwas mergelige, kreidige Süsswasserkalke mit den charakteristischen Melanopsiden und Dreissensien. Nach ca. 50 cm stehen darüber hellgraugrüne Mergel an, in denen sehr häufige glattschalige Ostracoden auftreten. Diese Schichten werden nach 2 m von den transgressiven Konglomeraten des unteren Pliocaens (Formation pp) abgeschnitten. Im ganzen Aufschluss ist Gips stark verbreitet; Jarosit tritt in grösseren Mengen in den basalen Lagen der Kohle auf.

In den liegenden Schichten der Formation mv fanden sich Zähne und Knochen von *Hipparion gracile* Kaup, wodurch ein weiteres Argument für eine dem Übersichtsprofil voll und ganz entsprechende Lage der in dieser Gegend aufgeschlossenen Süsswasserkalke gegeben ist.

— 350 m NW P. 317, il Poggione, wenig unter der 275-Isohypse ist man beim Aushub eines Brunnenschachts in 10 m Tiefe auf ein ca. 1 m mächtiges Lignitflöz gestossen. Leider war der Brunnen zur Zeit unserer Untersuchungen bereits vermauert worden. Aus der Prüfung der ausgehobenen Gesteine und der darin enthaltenen Fossilien ergab sich eine

weitgehende Übereinstimmung mit dem ca. 650 m weiter südlich austreichenden Taffone-Flöz.

— 200 m WNW Pod.e la Ciaia. Entlang des Weges, der von P. 173 in Richtung NNE zieht, sind in einer Abflussrinne Süsswasserkalke mit einem schmächtigen (3-5 cm) Lignitflözchen aufgeschlossen. Diese sind in dünnen, selten mehr als cm mächtigen Lagen angeordnet, wobei stärker verfestigte Kalke mit etwas lockereren mergeligen Schichten alternieren. Auch hier treten zahlreiche Melanopsiden und Dreissensien auf.

— ENE Pod.e il Coppaio, entlang verlassenem Weg und neuer Strasse.

— 150 m N Pod.e il Coppaio, am westlichen Rand des Feldes. Entlang des oben erwähnten verwahrlosten Weges, der von wenig SE des Pod.e il Coppaio gegen P. 135 (Torrente Taffone) führt, ist die Formation mc sehr dürftig in einer vom Regen ausgewaschenen Rinne exponiert. Im unteren Teil des dort aufgezeichneten Profils (Fig. 15) treten mit den obermiocaenen Schichten marine Tone auf, die auf Grund der in ihnen enthaltenen Foraminiferen der unterpliocaenen Formation pm zugewiesen werden müssen. Das Auftreten der marinen Tone lässt eine Diskordanz des Pliocaens auf die im oberen Teil des Profils austreichenden obermiocaenen Schichten vermuten. (Vergleiche die auf pp. 260-265 angeführten Ausführungen über die Auflagerung der pliocaenen Formationen).

Die Beschreibung des Profils erfolgt von unten nach oben gemäss Fig. 15:

290 Gelbbraune, blaugrün und rotbraun gefleckte, schwach sandige, mergelige marine Tone mit Foraminiferen und Seeigelfragmenten. Häufige bis mm grosse Gipskristalle.
291 Braungrüne bis dunkelblaugrüne, schwach sandige; mergelige marine Tone mit Foraminiferen und Bruchstücken von sehr dünnschaligen Pectiniden.
292 Aschgraue bis hellblaugraue, schwach eisenschüssige, schwach sandige mergelige, marine Tone mit häufigen feinen Lignitschmitzen. Foraminiferen.
293 Braungrüne bis blaugrüne, sandige, schwach mergelige Tone mit Limonitfilmen und Lignitschmitzen. Sehr häufige Foraminiferen.

Die in den soeben beschriebenen Schichten enthaltenen Foraminiferenfaunen weisen durchaus identische Assoziationen auf, in welchen besonders das fast gänzliche Fehlen von Lageniden und das äusserst häufige Auftreten der Art *Hopkinsina bononiensis* (Fornasini) neben weiteren zahlreichen Vertretern der Familie der *Buliminidae* auffällt. Der nur sehr geringe planktonische Anteil besteht zur Hauptsache aus kleinen Globigerinen. Auf Grund des häufigen Vorkommens in allen Proben von *Plectofrondicularia inaequalis denticulata* (Silvestri) ergibt sich für diese Schichten unterpliocaenes Alter.

An dieser Stelle tritt im Profil die obermiocaene Formation mc unter der pliocaenen Bedeckung hervor.

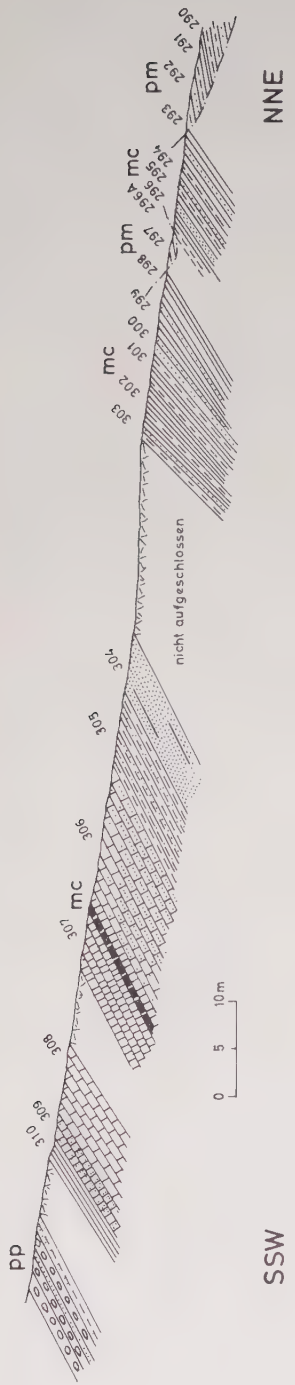


Fig. 15 - Profil durch die marinen und limnischen Schichten 200 m NNE Pod.e il Coppaio (aufgeschlossen entlang des alten Weges).

294 Graugrüne, rostbraun gefleckte, schwach sandige, mergelige Tone mit Fragmenten von Süsswassergastropoden und Bruchstücken von glattschaligen Ostracoden.
295 Graugrüne bis gelbbraune, feine glimmerreiche Sande in mergelig-toniger Matrix, stark mit feinen Lignitfilmen durchsetzt. Darin eingelagert treten grüngelbe, linsenförmig angeordnete, mergelige Silte auf.
296 Graugrüne bis gelbbraune, sandig-siltige, mergelige Tone mit grobpsammitischen Komponenten.
296 A Bräunlichgrüne, stark sandige Mergel.

Die nun folgenden Schichten 297 und 298 gehören der unterpliocaenen Bedeckung an. Mit Schicht 299 erscheint dann die obermiocaene Serie wieder.

297 Graugrüne, rostbraun gefleckte, sehr schwach mergelige Tone. Häufige Foraminiferen.
298 Graugrüne, stark sandige Mergel mit zahlreichen Foraminiferen.

Die in diesen Schichten enthaltene Foraminiferenfauna entspricht in der Zusammensetzung ihres benthonischen Anteils ungefähr der weiter unten beschriebenen Foraminiferenfauna 116, während der sehr spärliche planktonische Anteil aus sehr kleinwüchsigen Globigerinen besteht. *Uvigerina rutila* Cushman & Todd, *Bolivina placentina* Zanmatti und *Plectofrondicularia inaequalis denticulata* (Silvestri) ergeben auch für diese Fauna unterpliocaenes Alter.

Die nun folgenden Schichten stellen die Fortsetzung gegen oben der bereits in den Lagen 294 bis 296 A angetroffenen Formation mc dar:

299 Braungrüne bis graugrüne, von Limonit durchsetzte, viel Gips in feinen und grösseren Kristallen führende Tone.
300 Hellgraue, rostbraun gefleckte, häufig sehr feine Lignitschmitzen enthaltende, sandig-siltige, glimmerreiche, schwach mergelige Tone.
301 Graugrüne Tone mit rostbraunen Lagen von glimmerreichen Sanden und Silten, deren Körner bisweilen mit Limonitüberzügen versehen sind.
302 Hellgraublaue bis gelbbraune, sandige, mergelige Tone, die von einer nur ca. 1/2 m mächtigen Konglomeratbank überlagert werden.
303 Graugrüne bis gelbbraune, sandige, mergelige Tone mit Kohleschmitzen und sehr häufigen Süsswassermollusken, die die Zugehörigkeit der hier angetroffenen Schichten zur Formation mc bestätigen.
Es konnten folgenden Formen bestimmt werden:

Hydrobia sp. sp.
Melanopsis fallax Pantanelli
Melanopsis fusulatina Sacco
Theodoxus mutinensis (d'Ancona)
Theodoxus mutinensis interpositus (Sacco)
Theodoxus doederleini pervariabilis (Sacco)
Dreissensia deshayesi Capellini

304 Graugrüne, z.T. mit Limonit durchsetzte, lockere, feine Sande in kalkiger Matrix. Lignitfilme.
305 Hellgraublaue, feingeschichtete, sandige, stark mergelige Tone mit ca. 2 cm mächtigen Lagen alternierend, die einen höheren Limonitgehalt aufweisen.
306 Hellgraugrünliche bis hellrotbräunliche, in sehr feinen plattigen Lagen angeordnete, sandige Süsswasserkalke.
307 Hellbeige, feingeschichtete, nach Bitumen riechende, sehr viel verkohlten Pflanzenhäcksel führende, kreidige, schwach mergelige Süsswasserkalke mit sehr häufigen

Wechsellagerung von Tonen, Sanden und teilweise auch grobkörnigen Konglomeraten

Helle, mehr oder weniger sandige Tone mit häufigen Dreissensien und Gastropoden

Dunkle, nach Bitumen riechende Tone mit sehr häufigen Cardien

Wechsellagerung von dunklen immer sandigen oder mergeligen Tonen, unterschiedlich fossilreich, nach Bitumen riechend, Lignitschmitzen

Graue, sandige oder mergelige, bituminös riechende Tone mit Fossilien kleiner Dimensionen (Pisidium), Gleiterscheinungen

Lignitflöz, mit dünnen Lagen von Fossilien

Wechsellagerung von mergeligen und sandigen Tonen mit Gastropoden. Gleitspuren.

Graugrünes Konglomerat

Rotgraues, sandig mergeliges Konglomerat

"Alberese"

Fig. 16 - Stratigraphie des in Baccinello abgebauten Lignitflözes (nach F. Falini, 1948).

Süsswassermollusken (Fauna analog Probe 303). In einer dunkelbraunrötlichen Lage ist lignitisiertes Material zu einem schmächtigen Flöz angereichert.

308 Hellrötliche, dichte feingeschichtete Süsswasserkalke, zum Teil etwas eisenschüssig.

310 Hellgrüne bis gelblichbraune Tone; steril.

Nach einigen längs des Profilverlaufs unaufgeschlossenen Metern folgen zuerst geringmächtige Lagen von sandigen Mergeln, dann die roten Konglomerate der Formation pp.

Die obermiocaene Serie im Bereich des ehemaligen Grubenreviers Baccinello. Im Frühling 1959 war das Bergwerk von Baccinello noch vor dem Beginn unserer Untersuchungen stillgelegt worden und das ausgedehnte Stollensystem, welches eine detaillierte Aufnahme der Serie sehr erleichtert hätte, war uns deshalb leider nicht mehr zugänglich. Aus diesem Grunde müssen wir uns bei der Rekonstruktion der Lagerungsverhältnisse im Inneren der Mine auf Informationen aus zweiter Hand stützen, die wir, soweit es möglich war, an den eher spärlichen, oberflächlichen Aufschlüssen nachgeprüft und ergänzt haben.

Falini führt eine ziemlich detaillierte Beschreibung der Stratigraphie des Flözes von Baccinello mit Angaben über den Fossilgehalt an, die sich aber auf die Schichten in der näheren Nachbarschaft der Kohle beschränkt und nicht genauer auf das höhere Hangende des Lignitflözes eingeht (siehe Tab. Fig. 16). Zusätzliche Information über die obermiocaene Serie in diesem Bereich konnte aus einer Reihe von geologischen Profilen der technischen Abteilung der Grubenverwaltung und einigen in dieser Gegend abgeteuften Bohrungen ermittelt werden. Verständlicherweise sind diese Aufzeichnungen vor allem auf das Lignitflöz ausgerichtet worden und vermögen deshalb ebenfalls keine sehr ausführlichen stratigraphischen Angaben über das Hangende des Flözes zu liefern.

Im grossen und ganzen weicht die Abfolge der Schichten im Bereich des ehemaligen Bergwerks von Baccinello in ihrem unteren Teil nicht stark von der Stratigraphie des Übersichtsprofils ab. Auf ein rotgraues bis graugrünes Basiskonglomerat folgt eine Alternanz von Mergeln und sandigen Tonen, in welche ca. 15 m über dem Beckenuntergrund ein bis zu drei m mächtiges Lignitflöz eingelagert ist. Dieses weist im Gegensatz zum Flöz von Cana (siehe Beschreibung des Ausbisses im Fosso della Fittaia) keine mergelig-kalkige Zwischenschicht auf, führt aber anderseits Lagen von Mollusken, die wir am Ausbiss im Fosso della Fittaia nicht direkt in der Kohle, sondern nur in den tauben Zwischenmitteln festgestellt haben. Das früher in Baccinello abgebaute Lignitflöz wird durch das Auftreten einer rel. reichen Vertebratenfauna charakterisiert, in welcher neben dem bereits erwähnten *Oreopithecus bambolii* Gervais folgende Formen vorkommen (vergl. Hürzeler, 1958):

Sorex indet.
Lutrine indet.
Paludotona etruria Dawson
Myoxide indet.
Rodent. (? gen. nov., sp. nov.)
Parapodemus cf. *vireti* Schaub
Antilope gracillima Weithofer
Antilope haupti Weithofer
? *Antilope* sp. indet. (grosse Form)

Ausser diesen Säugetieren wurden auch Fossilien von verschiedenen

Fischen, Schlangen, Eidechsen, Amphibien, eines Krokodils, Schildkröten und Vögeln gefunden, die noch nicht näher bestimmt worden sind.

An etwa 30 Mustern dieser Kohle hat Frau Dr. Teichmüller (Krefeld) petrographische und chemische Untersuchungen vorgenommen, die im Geologischen Jahrbuch (80, pp. 69-110) veröffentlicht worden sind. Die wichtigsten Ergebnisse davon seien hier, ohne auf Einzelheiten einzutreten, angeführt:

Die Kohle von Baccinello weist das Inkohlungsstadium einer Glanzbraunkohle auf, steht jedoch demjenigen von Mattbraunkohlen sehr nahe. Der hohe Stickstoffgehalt bezeugt im Zusammenhang mit einem niedrigen C/H-Verhältnis saprobische Zersetzungsverhältnisse, wie sie in Gyttjien herrschen. Das häufige Auftreten von Kalkausfällungen, von Molluskenschalen und Characeenresten im Flöz weist auf subaquatische Entstehung der Kohle in palustrischen Becken hin; das hohe Ca/Mg-Verhältnis und das Vorkommen von Chenopodiaceen-Pollen deuten ferner eine marine Beeinflussung des Lignits an. Durch Hochwasser wurden die Kadaver von *Oreopithecus bambolii* und der anderen Vertebraten in die Sümpfe eingedriftet, wo der Kalkreichtum des Wassers eine Konservierung der Knochen ermöglichte.

Im Zusammenhang mit der kohlenpetrographischen Arbeit von Frau Dr. Teichmüller wurden dieselben Proben des Flözes von Baccinello durch Herrn Dr. v.d. Brelie (Krefeld) pollenanalytisch untersucht, welcher uns freundlicherweise die Ergebnisse mitgeteilt hat. Wir zitieren aus seinem Bericht:

« Unter den Sporen überwiegen die glatten Farnsporen (*Polypodiaceoisporites haardti* (R. Pot & Ven., 1934), die zweifelsohne zu Polypodiaceen gehören. Sie erreichen in einigen Proben Werte von über 300% bezogen auf die Summe der Baumpollen. Unter den Baumpollen erscheint als häufigste Gattung die Erle mit maximal 60%. Mit mehr als 10% an der Gesamtbaumpollensumme sind ausserdem *Pinus*, *Picea*, cf. *Salix* und *Engelhardtioipollenites coryphaeus punctatus* R. Pot. vertreten. Palmpollen wurden nur in einer Probe gefunden. *Sequoia*, *Ostrya*, *Carya*, *Quercus*, *Tilia* und Taxodiaceen kommen nur vereinzelt vor. Ausserdem fanden sich zahlreiche Pollenformen, deren botanische Zugehörigkeit noch offen ist. Von ökologischen Interesse ist ausserdem die recht hohe Beteiligung von Nymphaceen und *Sparganium*. Ökologisch ergibt sich aus dem Pollenspektrum, ebenso wie aus der kohlenpetrographischen Untersuchung, ein recht feuchtes Ablagerungsmilieu ».

Zu Ergebnissen, die ebenfalls auf eine subaquatische Entstehung des Flözes von Baccinello in einem Flachmoor mit Wassertümpeln hinweisen, gelangt auch H. Weyland (1963) auf Grund von floristischen Untersuchungen der Kohle.

Diese Befunde weichen etwas von den Ergebnissen der palynologischen Untersuchungen des Flözes im Fosso della Fittaia ab, (vergl. p. 166), indem dort von Herrn Dr. Benda in keiner Probe Wasserpflanzenpollen gefunden wurden, die auf offene, grössere Wasserflächen schliessen lassen. Herr Dr. Benda sieht darin jedoch keinen Widerspruch zu den Befunden von Herrn Dr. v.d. Brelie und vermutet, dass dadurch lediglich die unterschiedliche Lage der untersuchten Profile innerhalb des ursprünglichen

Moorkomplexes zum Ausdruck kommt. Die von Dr. v.d. Brelie untersuchten Proben stammen wahrscheinlich aus dem zentraleren Teil des Beckens, wo durchaus wesentlich feuchtere Bildungsbedingungen geherrscht haben können, während der Lignitausbiss im Fosso della Fittaia in einem dem Moorrand näher gelegenen Bereich abgelagert worden wäre, wo auf relativ trockenen Standorten Bruchwälder vorgeherrscht hätten.

30 m über dem Lignitflöz treten pelitische und psammitische Sedimente auf, die häufige Cardien und Fossilien anderer Mollusken enthalten. Da diese Schichten in der Gegend der Ortschaft Baccinello nirgends an der Oberfläche ausstreichen, konnten wir keine Vergleiche zwischen dieser Fauna und derjenigen der *Cardium*-Schichten im oberen Trasubbietal ziehen, doch kann auf Grund der Angaben von Fałini ohne weiteres angenommen werden, dass es sich bei diesen fossilführenden Schichten um Äquivalente der Formation ms handelt.

Darüber setzt dann eine Wechsellagerung von Tonen und Mergeln, Sandsteinen und Konglomeraten mit allen Übergängen zwischen den einzelnen Gesteinstypen ein, die gemäss den Profilen der Bergwerksingenieure in der Gegend der früheren Grubeneingänge « Nord » und « Nord II » Mächtigkeiten bis zu 180 m erreicht und der Formation mv des Übersichtsprofils gleichzustellen ist. In diesen Schichten ist etwa 75 m über dem Lignithorizont in der Gegend unmittelbar im Norden von Baccinello, an den gegen das Nebbiaia-Tal abfallenden Hängen (P. 242), eine bis zu 15 m mächtige Lage von Konglomeraten aufgeschlossen, die wir auf der geologischen Karte von der Formation mv, in welcher sie enthalten ist, abgetrennt und mit der Bezeichnung mcg versehen haben. Es handelt sich dabei um ein gelblichbraunes, manchmal auch rotes, ziemlich schlecht sortiertes Konglomerat in sandigem, mergeligem Bindemittel, dessen Komponenten zum Grossteil aus Geröllen von Macigno-Sandstein und Palombino-Kalk bestehen und sehr unterschiedliche Korngrösse aufweisen (1-30 cm).

Ein sehr ähnlich ausgebildetes, etwas geringmächtigeres Konglomerat ist im oberen Teil der nordwestlichen Seitengräben des Nebbiaia-Tales als Einschluss in vertebratenführenden, roten bis gelbgrünen Mergeln zu beobachten. Diese Sedimente befinden sich nach den Profilen der Grubeningenieure etwa 175 m über dem Lignitflöz und können auf Grund der in ihnen enthaltenen Wirbeltierreste (Zähne von *Sus choeroides*, *Paludotona etruria*, *Antilope gracillima*, *A. haupti*) mit dem mittleren Vertebratenniveau des Übersichtsprofils korreliert werden. Da der entsprechende Abschnitt des Übersichtsprofils nur ca. 120 m misst, ergibt sich daraus für die

Schichten zwischen dem Lignit und V 2 im Vergleich zu den Verhältnissen des oberen Trasubbietales eine Mächtigkeitszunahme von etwa 55 m, welche die von den palynologischen Untersuchungen abgeleitete ev. nur zeitweilige zentralere Lage des Flözes von Baccinello bestätigen dürfte.

Über dieser Wirbeltierfundstelle folgen nach weiteren ca. 50 m pelitisch-psammitischer Sedimente der Formation mv die transgressiven Konglomerate (pp), in welche am Weg 400 m ESE Pod.e Repenti marine Mergel mit Foraminiferen und Austern eingelagert sind (siehe Microfaunen: Probe 47). Auf Grund ihres transgressiven Charakters kann die Formation pp auch tiefere Einheiten der obermiocaenen Serie überlagern: so liegen beispielsweise die pliocaenen Konglomerate an den Hängen südlich und südwestlich der Fatt.a del Baccinello über wesentlich älteren Schichten der Formation mv, während sie beim Pod.e Repenti höher im Profil gelegene Sedimente bedecken.

Die Süsswasserkalke der Formation mc und wahrscheinlich auch der durch das Auftreten von *Hipparion* gekennzeichnete obere Teil der Formation mv fehlen in der Umgebung der Ortschaft Baccinello, was vermutlich weder auf Heteropien, noch auf einen Sedimentationsunterbruch, sondern auf Abtragung vor der pliocaenen Transgression zurückzuführen ist.

Zusammenfassend lässt sich feststellen, dass die obermiocaene Serie im Bereich des ehemaligen Bergwerksbezirk von Baccinello weitgehend mit dem Übersichtsprofil übereinstimmt. Der einzige Unterschied besteht in der etwas mächtigeren Ausbildung der Serie in Baccinello, wobei besonders die mittlere Partie der Formation mv ihre Äquivalente im Übersichtsprofil an Dicke stark überschreitet. Die höheren Einheiten der obermiocaenen Serie (*Hipparion*schichten und Formation mc) sind in der näheren Umgebung von Baccinello wahrscheinlich einer praepliocaenen Abtragungsphase zum Opfer gefallen.

Die Aufschlüsse mit Wirbeltierresten im Fosso del Pian Calcinaio. An den westlichen Abhängen des Fosso Pian Calcinaio treten unter der Bedeckung der pliocaenen Basiskonglomerate Teile der Serie von Baccinello hervor, in denen wiederholt Reste von Wirbeltieren aufgesammelt werden konnten. Deshalb stellen die hier aufgeschlossenen Schichten zweifelsohne die westliche Fortsetzung der obermiocaenen Serie dar; sie weisen aber im Vergleich zum Übersichtsprofil eine etwas abweichende stratigraphische Abfolge auf, was uns veranlasst hat, zwei Detailprofile zur Dokumentation der veränderten stratigraphischen Verhältnisse aufzunehmen. Auf die Korrelation dieser Elemente der obermiocaenen Serie

mit dem Übersichtsprofil wird nach der Beschreibung der Profile eingegangen werden.

Profil im Seitengraben des Fosso del Pian Calcinaio, ca. 300 m SW P. 164. In der Gegend, wo der Fosso del Pian Calcinaio in die nördlich P. 135 (Strasse Grosseto-Baccinello) gelegene Alluvionalebene eindringt, werden die Tonschiefer des Beckenuntergrundes (Formation ags) von einer psam-

Fig. 17 - Ansicht der Aufschlüsse im Seitengraben des Fosso del Pian Calcinaio, an denen das Profil Fig. 18 aufgemessen wurde.

mitisch-psephitischen Serie überlagert, die in diesem Bereich des Untersuchungsgebietes die ältesten obermiocaenen Ablagerungen darstellt. Nach ca. 50 m Mächtigkeit folgen darüber vorwiegend pelitische Sedimente mit häufigen, auch stärker verfestigten sandigen Einlagerungen, die in ihrer Lithologie durchaus den Schichten der Formation mv des Übersichtsprofils entsprechen. Für die Aufnahme eines detaillierten Profils schienen uns die Aufschlüsse im ca. 250 m talaufwärts einmündenden Seitengraben besonders gut geeignet. Zwar streicht dort der Kontakt mit dem Bekkenuntergrund nicht mehr an der Oberfläche aus, dafür sind aber die

Schichten im Hangenden der Konglomerate sehr gut und in grösserer Mächtigkeit aufgeschlossen.

Beschreibung der Serie vom Liegenden ins Hangende (Fig. 17 und 18):

258 3 m mächtige Konglomeratbank in sandiger, kalkiger Matrix. Als Hauptkomponente kommt darin ein hellgelber, glimmerreicher Sandstein vor, dessen petrographische Zusammensetzung auf Macigno hinweist. Daneben treten Grüngesteine, rote Hornsteine und Palombino-sowie Alberesekalke auf, die auf Herkunft aus dem Komplex

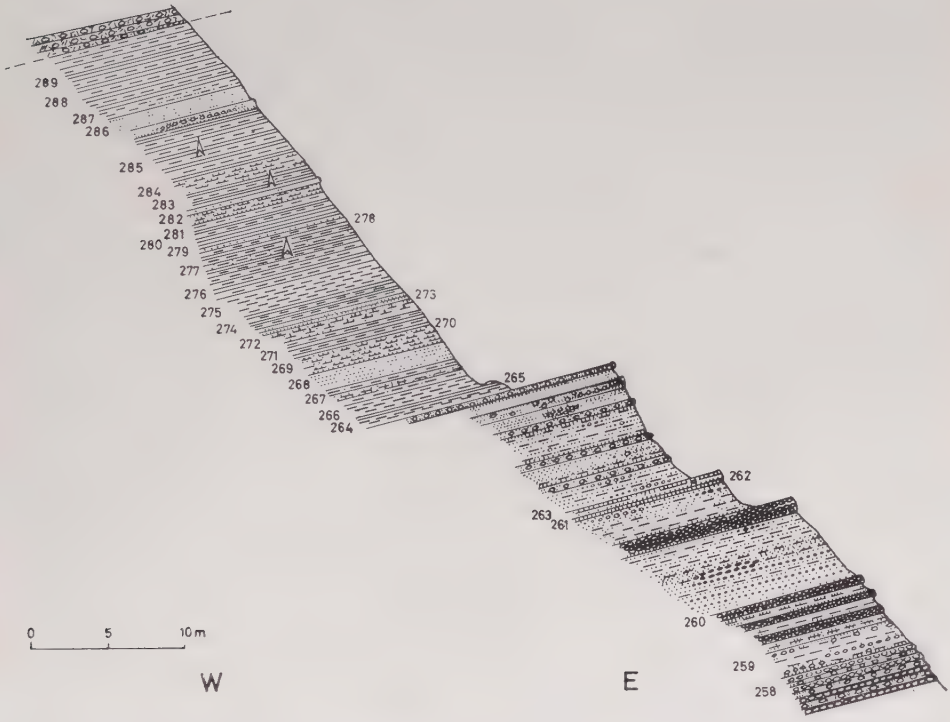


Fig. 18 - Profil durch die Aufschlüsse im Seitengraben des Fosso del Pian Calcinaio 300 m SW P. 164.

der « Argille scagliose » s.l. schliessen lassen. Die meisten Gerölle sind von einer haematitisch-limonitischen Patina überzogen und weisen grossteils eine gute Rundung auf. Vereinzelte Komponenten sind nur kantengerundet. Die Korngrösse ist im allgemeinen sehr unterschiedlich, von sehr fein bis kopfgross variierend. Die gröbere Korngrösse ist vielfach durch plattige Gerölle vertreten, die parallel zum Streichen der Schichten eingeregelt sind. Das Gestein ist im allgemeinen nur sehr locker zementiert.

259 Grüngelbe und graugrüne, mergelige Sande mit feinkonglomeratischen Linsen der gleichen Zusammensetzung wie 258 und einzelnen grösseren Geröllen, welche besonders in der oberen Partie auftreten. Die ganze Lage ist zum Teil von roten Tonen überlaufen.

260 Wechsellagerung von ca. 30 cm mächtigen fein-bis mittelkörnigen Konglomeratbänken (die grösste Achse der Komponenten misst ca. 10 cm) mit roten z.T. grün gefleckten Sanden. Den Abschluss dieser Partie bildet eine ca. 80 cm mächtige Konglomeratbank mit den üblichen Komponenten, in sandiger, mergeliger Matrix. Vereinzelte dünne Lagen sind in einem limonitisch sandigem Zement stärker verkittet und stehen rippenartig hervor. Darüber folgen ca. 2,50 m rotgrüne mergelige Sande mit 10 cm mächtigen Lagen von feinem Konglomerat, die auch vereinzelte noch gröbere Gerölle führen. Im Hangenden davon befinden sich 2 m rotgrüne, mergelige, grobkörnige Sande mit feinkonglomeratischen Einlagerungen, die von einer 1 m mächtigen Lage mittelkörnigen Konglomerats überlagert werden. Darüber folgen wieder 2 m grüne, schwach rötliche, mergelige Sande mit feinkonglomeratischen Linsen.

261 Oberhalb der letzten konglomeratischen Bank stehen graugrünliche, noch vereinzelte psephitische Komponenten führende, sandige Mergel an, die von einem schwarzblauen,
262 stellenweise stark sandigen Ton mit verkohltem Pflanzenhäcksel überlagert werden. Darauf folgen 50 cm graugrüne, spärlich gelbbraun gefleckte, feinkonglomeratisches,
263 teilweise auch brekziöses Material führende, mergelige Tone, mit Nestern von kreidigem Kalk.
Dann setzten wieder rotgrüne, mergelige Sande mit feinkonglomeratischen und gröberen Lagen ein, die eine Mächtigkeit von ca. 9 m erreichen.

Darüber folgt in konkordanter Überlagerung eine pelitisch-psammitische Serie, die sich aus folgenden Sedimenten zusammensetzt:

264 Dunkelgraugrüne, stark sandige, schwach mergelige Tone mit feinen Gipskristallen und Nestern von limonitischem und kreidig-kalkigem Material. Häufige calcitische Konkretionen.
265 Dunkelgraublaue, stark sandige Tone mit feinen Gipskristallen und Nestern von kreidigem Kalk.
266 Graugrüner bis gelbbrauner Mergel mit häufigen Fe-oxydischen Konkretionen.
267 Graugrüne, rostbraun gefleckte, sandige mergelige Silte mit feinen Lignitschmitzen.
268 Graugrüne, nach Bitumen stinkende, lockere, feine Sande in mergeliger Matrix. Darin befindet sich eine ca. 40 cm mächtige, feinkonglomeratisches Material führende, stark verfestigte, dünnplattig abbröckelnde Sandsteinbank.
269 Graugrüne, von eisenschüssigen Lagen durchzogene, schwach sandig siltige Mergel. Limonitisch überzogene Kalkkonkretionen in knolliger Ausbildung.
270 Dunkelgraugrüne, rötlich gefleckte, schwach mergelige Tone mit Fragmenten von Süsswassermollusken.
271 Hellgelbe bis rostbraune, hellgrünlich gefleckte, stark mergelige Silte.
272 Dunkelgraugrüner, stark sandiger, kalkiger Mergel mit Fragmenten von Süsswassergastropoden.
273 Graublauer bis rostbrauner, sandiger Ton mit Nestern von feinstem calcitischen Material.
274 Hellgraublaue, mergelige Tone mit Zonen höheren Limonitgehalts. Sehr feines lignitisches Material.
275 Graugrüne Mergel mit Fragmenten von Süsswasser-und Landgastropoden (*Planorbis, Bythinia, Cepaea*).
276 Hellgraugrüne, gelblich gefleckte, mergelige Tone. Gips.
277 Hellgraugrüne bis gelbliche sandige, mergelige Tone.
278 Graugrüne, schwach siltige, schwach mergelige Tone mit Bruchstücken von unbestimmbaren Mollusken.
279 Wechsellagerung von grünen, gelbbraun gefleckten, sehr dünnschalige Süsswassergastropoden führenden, schwach mergeligen Tonen mit schwarzbraunen, feingeschichteten Tonen, die mit verkohltem Pflanzenhäcksel und feinem lignitischen Material durchsetzt sind. Darin eingelagert befindet sich Limonit und Gips.
280 Hellgrüne mergelige Tone, häufige schlecht erhaltene Süsswassergastropoden (*Bythinia*); daneben treten Bruchstücke von Wirbeltierknochen und Geweihfragmente

des Cerviden aus der Begleitfauna von *Hipparion* auf (? *Paracervulus australis* De Serres).

281 Hellgraugrüne, sehr schwach mergelige, sandig-siltige Tone.
282 Graugrüne bis gelbe, stark sandige Mergel.
283 Dunkelgraugrüne, sehr schwach mergelige Tone mit Gipskristallen.
284 Hellgelbbraune, sandige Mergel; Fragmente von Süsswassergastropoden.
285 Graugrüne, eisenschüssige, schwach mergelige Tone. Gips. Darin eingelagert befindet sich eine Bank der üblichen grobkörnigen Sande mit feinkonglomeratischen Komponenten.
286 Gelbe, feinkörnige, glimmerführende, mürbe Sande in kalkiger Matrix.
287 Hellgraugrüne bis gelbbraune, sandig-siltige Mergel.
288 Hellgraugrüne, gelbbraun gefleckte, schwach mergelige Tone mit häufigen glattschaligen Ostracoden.
289 Hellgrüne, hellbraun durchzogene, mergelige Tone.

Der obere Abschluss dieses Profils wird von diskordant auflagernden roten Konglomeraten der Formation pp gebildet.

Profil WNW P. 164. An der westlichen, ziemlich steilen Böschung des mittleren der drei Gräben, die sich bei P. 164 zum Fosso del Pian Calcinaio vereinigen, haben wir in vertebratenführenden Schichten folgendes Profil aufgenommen (siehe Fig. 19):

233 Hellgraugrüne, gelb und rötlich gefleckte siltige Mergel. Darin wurden häufige Knochen und Zähne eines Feliden (? *Epimachaerodus*) und des Cerviden aus dem *Hipparion*horizont (? *Paracervulus australis* De Serres) gefunden.
234 Hellgraublaue, gelblichgrün gefleckte, sandige, mergelige Silte. Wirbeltierknochen.
235 Hellgraugrüne, gelblichbraun gefleckte, schwach sandige Mergel.
236 Hellgraugrünliche, gelbbraun gefleckte, mergelige Tone.
237 Gelbbraune, grünlich gefleckte, siltige Mergel. Fragmente von Süsswassermollusken, in 2-3 cm mächtigen Lagen angereichert.
238 Gelbbraune, graugrünlich und rötlich gefleckte, siltige, mergelige Tone. Im obersten Teil ist ein ca. 10 cm mächtiges Band rötlicher Farbe eingelagert.
239 Hellgraugrüne bis gelbliche, siltige, mergelige Tone mit sehr häufigen Süsswassermollusken (*Planorbis*). Sehr feine kohlige Schmitzen.
240 Rötliche bis graugrüne, mergelige Tone mit Süsswassermollusken und Wirbeltierknochen. Gips; Zonen mit höherem Fe-oxydischem Gehalt.
241 Graugrünliche und gelbbraun gebänderte, mergelige Tone. Gips.
242 Graugrüne, hellrötlich und gelblichgrün gefleckte, mergelige Tone mit Süsswassergastropoden. Sehr feine Ligniteinsprenglinge.
243 Hellgraugrüne, hellrötlich und schwach gelblich gefleckte, feines Lignit-Material führende, mergelige Tone mit Lagen, in welchen Süsswasser- und Landgastropoden angereichert sind (*Gyraulus*, *Limnaea*, *Bythinia*, *Cepaea*).
244 Graugrüne, bis rötlichbraune, feingeschichtete Tone mit teilweise verkohltem Pflanzenhäcksel, feinkörnigem Gips, Nestern von limonitischem Pulver. Gleitharnische.
245 Hellgraugrüne, rötlich und gelblich gefleckte mergelige Tone, mit feinen Lignitschmitzen, Limonitnestern, Fragmenten von Süsswassergastropoden, Operkeln von Bythinien, Oogonien von *Chara*. Gipskristalle.
246 Graugrüne, gelbbraun gefleckte, sehr schwach mergelige Tone mit feinen Lignitschmitzen. Süsswasser- und Landgastropoden (*Bythinia*, *Limnaea*, *Planorbis*, *Cepaea*).
247 Graugrüne, teilweise rotbraun gefärbte Tone mit Lignitfilmen und vereinzelten grossen Gipsrhomboedern (Diagonale bis zu 5 cm).
248 Graugrüne, gelblichbraun gefleckte, schwach siltige, mergelige Tone.
249 Hellgrüngelblicher, feingeschichteter, glimmerführender, lockerer feiner Sand in kalkig-mergeliger Matrix.

250 Grünliche, z.T. rötlichbraune, mittel- bis grobkörnige, mürbe Sande in mergeligem Bindemittel.
251 Dunkelgraugrüne, stark sandige Tone.
252 Graugrüne, gelblich gefleckte, schwach sandige, mergelige Tone.
253 Graugrüner, nur sehr locker kalkig verfestigter Sandstein sehr groben Korns mit linsenförmigen, feinkonglomeratischen Einlagerungen.
254 Hellgraugrüner, feinkörniger Sand in kalkiger Matrix.
255 Hellbraune, sandige Mergel.
256 Hellgrünliche bis gelbe, glimmerführende, lockere Sande mit feinkonglomeratischen Lagen, schwach kalkig zementiert.
257 Hellgraugrünliche, sandige, mergelige Silte.

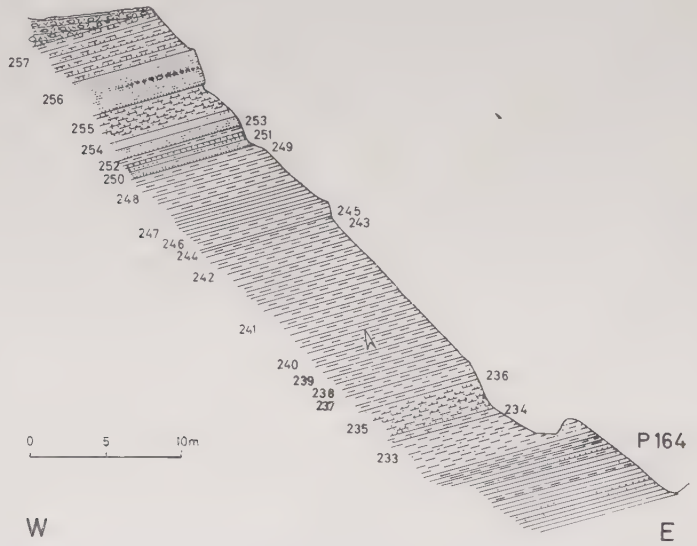


Fig. 19 - Profil durch die Vertebraten-führenden Schichten im Fosso del Pian Calcinaio (P. 164).

Die obermiocaenen Sedimente werden von diskordant auflagernden Konglomeraten in rotem Bindemittel (Formation pp) abgeschnitten.

Die in obigem Profil beschriebenen Schichten gehören auf Grund der in ihnen enthaltenen Wirbeltierfauna zur Formation mv und entsprechen wahrscheinlich dem höchsten Wirbeltierniveau V 3. *Hipparion* selbst wurde zwar hier nicht gefunden, doch liegt der Cervide aus dessen Begleitfauna vor; zudem fehlen die für die beiden unteren Vertebratenhorizonte charakteristischen Arten (Antilopen, *Sus choeroides*, ecc.), weshalb es sich fast sicher um Teile der oberen Partie der Baccinello-Serie handelt.

Ein direkter stratigraphischer Zusammenhang dieses Profils mit den im Seitengraben des Fosso del Pian Calcinaio aufgeschlossenen Schichten kann infolge mehrerer tektonischer Störungen nicht hergestellt werden. Unweit dieses Profils ist die Bohrung 17 abgeteuft worden, von welcher

Falini (pp. 27-31) eine ziemlich detaillierte lithologische Beschreibung anführt. Leider war es infolge sich widersprechender Angaben nicht möglich, die Ansatzstelle dieser Bohrung mit Sicherheit zu lokalisieren. Auf der geologischen Karte von Falini ist sie wenig oberhalb der 200 m. Isohypse zwischen den beiden nördlichen Zuflüssen des Fosso del Pian Calcinaio eingetragen, während sie auf einer topographischen Karte der Grubengesellschaft « Società Mineraria del Valdarno » ca. 100 m SSW davon auf Kote 180 eingezeichnet ist.

Aus der Beschreibung der Kerne geht hervor, dass diese Bohrung zuerst ca. 125 m Gesteine, die in ihrer Lithologie gut mit unserer Formation mv übereinstimmen, und dann 41 m konglomeratische und psammitische Lagen durchfahren hat. Diese letzteren dürften dem unteren Teil des Profils im Seitengraben des Fosso del Pian Calcinaio entsprechen. Welche Ansatzstelle man nun auch als die richtige betrachtet, so liegen auf alle Fälle die 35 m unseres Profils bei P. 164 im oberen, eventuell sogar im obersten Bereich der von der Bohrung 17 angetroffenen Schichten, und es lässt sich deshalb aus den Mächtigkeiten der durchbohrten Gesteine ableiten, das die bei P. 164 anstehenden Schichten etwas höher (ca. 50 oder 70 m) liegen, als die zur Formation mv gestellte, pelitisch-psammitische Sequenz im Seitengraben des Fosso del Piano Calcinaio.

Im Hangenden der den Abschluss des Profils bildenden roten Konglomerate folgen wieder Schichten der Formation mv in ähnlicher lithologischer Ausbildung und mit analogem Fossilgehalt, die im obersten Bereich der bei P. 164 zusammenfliessenden Seitengräben besonders gut aufgeschlossen sind und ihrerseits von roten Konglomeraten transgressiv überlagert werden. Diese stratigraphische Repetition ist auf einen Bruch zurückzuführen, der jene Scholle, an welcher das Profil aufgemessen wurde, um eine Sprunghöhe von ca. 50 m gegen den Fosso del Pian Calcinaio herabgesetzt hat.

Korrelation der stratigraphischen Sequenz im Fosso del Pian Calcinaio mit der obermiocaenen Serie im ehemaligen Grubenrevier Baccinello und dem Übersichtsprofil im oberen Trasubbietal (siehe Fig. 20). Aus der Beschreibung der beiden Profile im Fosso del Pian Calcinaio geht hervor, dass sich die obermiocaene Serie in diesem Bereich unseres Untersuchungsgebietes aus einer basalen konglomeratisch-sandigen Formation und einer konkordant darüber liegenden pelitisch-psammitischen Schichtfolge zusammensetzt. Weitgehende lithologische Analogien und eine wahrscheinlich dem höchsten Vertebratenniveau (V 3) entsprechende Wirbeltierfauna berechtigen zu einer Korrelation der oberen, pelitisch-

psammitischen Sedimente mit den höheren Lagen der Formation mv des Übersichtsprofils.

Für den unteren grobklastischen Teil der Serie im Fosso del Pian Calcinaio fehlen uns hingegen infolge der vollkommenen Abwesenheit von Fossilien Anhaltspunkte für einen Vergleich mit den weiter im Osten ausgeschiedenen stratigraphischen Einheiten, und es bestehen deshalb grundsätzlich zwei Möglichkeiten für eine Korrelation mit der normal entwickelten obermiocaenen Serie.

1) Die Gegend um den Fosso del Piano Calcinaio könnte zur Zeit der Ablagerung der älteren obermiocaenen Formationen einem topographischen Hoch entsprochen haben, etwa entlang der Randgebiete des neogenen Senkungsbeckens, auf welchem es erst im höheren Obermiocaen zu Sedimentation gekommen ist. Die konglomeratisch-sandige Formation wäre demnach trotz ihrer direkten Auflagerung auf den Beckenuntergrund wesentlich jünger als die unteren Einheiten der neogenen Serie im oberen Trasubbietal oder in der näheren Umgebung des ehemaligen Grubenbezirks von Baccinello und könnte auf Grund ihrer Lagebeziehung zu den darüber folgenden Schichten mit Vertebraten etwa dem mittleren Bereich der Formation mv gleichgesetzt werden. Diese Hypothese setzt ein im übrigen Untersuchungsgebiet nirgends festgestelltes, sehr ausgeprägtes Relief des Beckensubstrats voraus; andrerseits liefert sie aber eine recht plausible Erklärung für das Fehlen der Formationen mlg, ms, und der durch die Vertebratenfauna V 2 charakterisierten Partie der Formation mv in der im Fosso del Pian Calcinaio austreichenden Serie.

2) Die grobklastischen Sedimente, die im Fosso del Pian Calcinaio in diskordanter Überlagerung auf die Gesteine des Beckenuntergrundes folgen, könnten isochrone aber heterope Äquivalente der unteren Partie der weiter östlich abgelagerten obermiocaenen Serie darstellen. Demzufolge müsste man annehmen, dass die Formationen mlg und ms, die in der Gegend von Baccinello unter Tag noch in voller Ausbildung vorlagen, in westlicher Richtung rasch auskeilen und seitlich durch die im Fosso del Pian Calcinaio angetroffene konglomeratische Basisformation ersetzt werden. Diese könnte in diesem Fall als Äquivalent der Konglomerate mcb und vielleicht zum Teil auch als Fortsetzung der in Baccinello in der unteren Partie der Formation mv auftretenden, sehr ähnlich ausgebildeten Konglomerate mcg betrachtet werden.

Im Gegensatz zur unter 1) angeführten Auffassung wäre demnach in der stratigraphischen Sequenz des Fosso del Pian Calcinaio in zeitlicher Hinsicht die ganze obermiocaene Serie bis und mit V 3 durch faciell

anders geartete und in ihrer Mächtigkeit stark reduzierte Sedimente vertreten.

Zu dieser zweiten Auffassung waren die Ingenieure des vormaligen Bergwerkes gelangt, da sie an oberflächlichen Lignitausbissen und anhand von verschiedenen Schürfungen beobachtet hatten, dass das Baccinello-Flöz in westliche Richtung sehr rasch an Mächtigkeit abnimmt.

Auch Falini (p. 8) interpretiert auf Grund von lithologischen Analogien zwischen den einschliessenden Gesteinen die äusserst spärlichen, in dunklen Tonen enthaltenen Lignitvorkommen, die wir in Schicht 262 als Einschluss in der konglomeratischen Basisformation im Seitengraben des Fosso del Pian Calcinaio angetroffen haben, als die westlichsten, vollkommen vertaubten Ausläufer des Flözes von Baccinello.

Da im Gebiet zwischen Baccinello und dem Fosso del Pian Calcinaio zusammenhängende Aufschlüsse fehlen, und zur Zeit unserer Untersuchungen die oben erwähnten Lignitausbisse bereits vollständig ausgebeutet und versackt waren, können wir für keine der beiden Interpretationen stichhaltige Beweise anführen, die auf eigene Feldbeobachtungen begründet sind.

Auch die Bohrung 17, die einen Grossteil der Serie im Fosso del Pian Calcinaio durchfahren hat, kann in keiner Weise zur Aufklärung dieses Problems beitragen, weil die heute noch vorliegenden Angaben über den Fossilgehalt der durchbohrten Schichten äusserst vage abgefasst sind und deshalb jeder Versuch stratigraphische Rückschlüsse daraus zu ziehen als zu spekulativ abgelehnt werden muss. Immerhin scheint das in früheren Zeiten verfolgbare Auskeilen des Flözes von Baccinello gegen Westen doch eher für die zweite Korrelationsmöglichkeit zu sprechen, und wir halten deshalb die Konzeption des Facieswechsels für wahrscheinlicher als die Hypothese des verspäteten Sedimentationsbeginns (1). Aus der Gegenüberstellung der Serien in Fig. 19 ergeben sich ausser dem bereits erwähnten Facieswechsel auch beträchtliche Mächtigkeitsdifferenzen zwischen den einzelnen Profilen und es müssen deshalb ausgeprägte Unterschiede in der terrigenen Zufuhr nicht nur in qualitativer, sondern

(1) Während sich die vorliegende Arbeit bereits im Druck befand, ist es im Sommer 1967 gelungen, in einem Schicht 262 (siehe Profil Fig. 18) stratigraphisch entsprechenden Horizont an der rechten Böschung des Fosso del Pian Calcinaio (etwa 200 m SSW P. 164) Zähne von *Antilope gracillima* zu finden und somit auch in dieser Gegend das Vorhandensein einer der älteren Vertebratenfaunen (V 1, V 2) nachzuweisen. Dadurch wird die unter 2) diskutierte Auffassung sehr stark bekräftigt, auch wenn sich auf Grund des Auftretens von *Antilope gracillima* nicht entscheiden lässt, ob hier Äquivalente der Formation mlg oder der unteren Partie der Formation mv vorliegen, da *A. gracillima* sowohl in V 1 als auch in V 2 auftritt.

auch in quantitativer Hinsicht angenommen werden. Diese können auf die unterschiedliche Lage der Profile im ursprünglichen Sedimentationsraum zurüchgeführt werden; ferner mögen auch Differenzen in der Subsidienzgeschwindigkeit zu Heteropien und Mächtigkeitsunterschieden geführt haben.

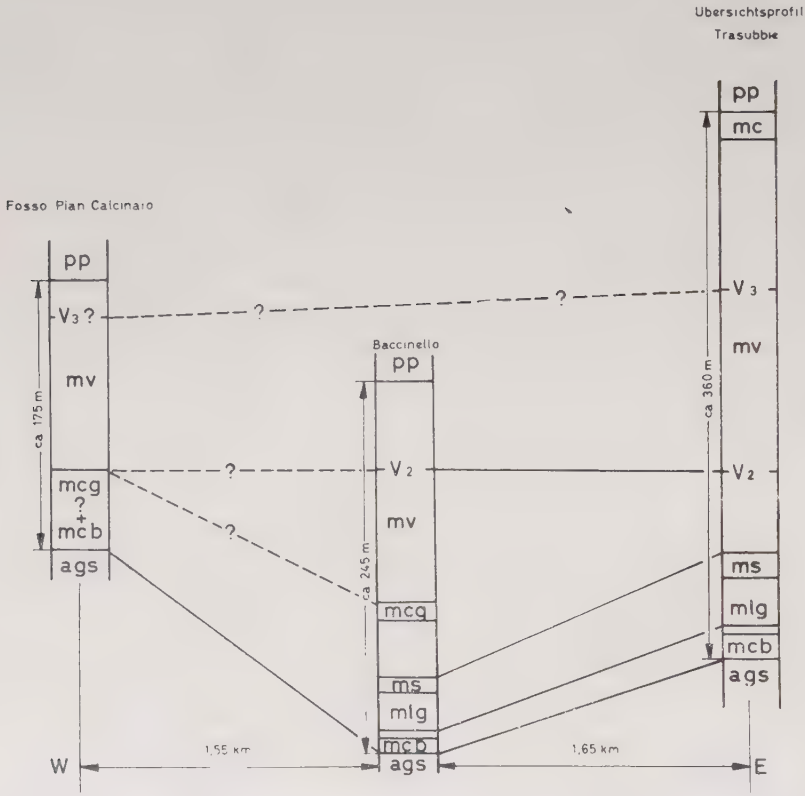


Fig. 20 - Korrelation der stratigraphischen Sequenz im Fosso del Pian Calcinaio mit der Serie im ehemaligen Grubenrevier Baccinello und dem Übersichtsprofil im oberen Trasubbietal.

Die Hipparion-Schichten N P. 128 an der Provinzstrasse Grosseto-Baccinello. Ca. 100 m nördlich des Brückleins bei P. 128 an der Strasse Grosseto-Baccinello tritt ein kleiner Aufschluss von obermiocaenen Schichten unter einer ziemlich mächtigen Bedeckung von Konglomeraten der Formation pp hervor, den wir als äusserst ertragreiche Wirbeltierfundstelle anführen möchten. Dieser Aufschluss setzt sich vom Liegende ins Hangende aus folgenden Schichten zusammen (siehe Fig. 21):

311 Gelblichgrüne, nur schwach verfestigte, glimmerreiche, feinkörnige Sande in kalkiger Matrix. In der oberen Partie befindet sich eine feinkonglomeratische Linse, die ausschliesslich aus Macigno-Geröllen besteht; diese weisen Korngrössen von 1-2 cm auf.

312 Graugrüne, z.T. eisenschüssige, glimmerhaltige mergelige Sande mit Ostracoden, Gastropodenschalenfragmenten, Oogonien von *Chara*, verkohlten Partikeln und grossen Gipskristallen. Sehr häufige Wirbeltierknochen.

313 Hellbraungraue, spärlich rostbraun gefleckte, stark sandige, sehr schwach mergelige Tone.

314 Hellgraugrünliche bis hellrotbräunliche, sandig-siltige Mergel mit Ostracoden und sehr häufigen Wirbeltierknochen und- zähnen. Darin treten zahlreiche limonitisch durchsetzte Konkretionen auf.

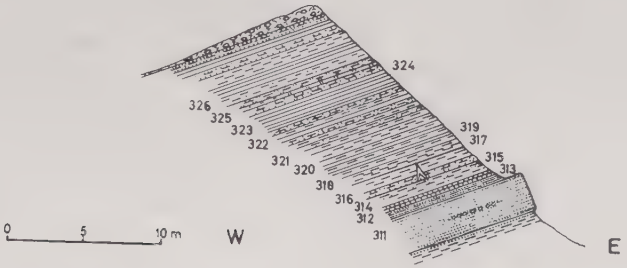


Fig. 21 - Profil durch die Vertebraten-führenden Schichten 100 m N P. 128 an der Strasse Grosseto-Baccinello.

315 Dunkelgraugrüne, schwach sandige, Gips-führende Mergel mit Konkretionen wie 314.

316 Grüngraue bis orangegelbe Mergel mit Ostracoden und fast vollständig verkohltem Pflanzenhäcksel. Bruchstücke von Gastropodenschalen, Konkretionen, Gips.

317 Graugrüne, stark eisenschüssige, sandige, schwach mergelige Tone. Ostracoden, Süsswassergastropoden, Gips.

318 Graugrünlichgelbe Mergel mit Lagen von verkohltem Pflanzenhäcksel, Ostracoden, Gastropodenfragmente, Gips.

319 Hellgraugrüne bis rötlichbraune, mergelige Tone mit spärlichen Lignitschmitzen, Fragmente von *Chelonia*.

320 Hellgrünlichgelbe bis hellbläuliche, mergelige Tone mit vielen Gipskristallen.

321 Dunkelgraugrüne, rötlichbraun durchzogene, stark mergelige Tone.

322 Hellgraugrünliche, gelbbräunlich gefleckte, sandige, mergelige Tone.

323 Dunkelgrünblaue Tone mit Süsswasserostracoden (*Iliocypris* sp.).

324 Graugrüne, eisenschüssige, stark mergelige, sandige Silte mit sehr häufigen Konkretionen.

325 Dunkelgrünblaue, schwach sandige Tone.

326 Graugrüne, rostbraun gefleckte, sandig-siltige Mergel mit Konkretionen. Wirbeltierreste. (U.a. wurde hier ein fast vollständiges Gebiss von *Hipparion gracile* Kaup gefunden).

Darüber folgt eine ca. 2,5 m mächtige Alternanz von Schichten ähnlicher lithologischer Ausbildung, die ihrerseits von den Konglomeraten der Formation pp überlagert werden.

Aus dem reichen, an diesem Aufschluss aufgesammelten Knochen- und Zähnematerial konnten folgende Formen identifiziert werden:

Hipparion gracile Kaup, häufig
Hyotherium palaeochoerum (Kaup)
Anthracomys majori Schaub
Chalicotherium sp.
Cervide (? *Paracervulus australis* De Serres)
Cercopithecide (? *Mesopithecus*)
Carnivor. indet. (kleine Form)
Hyaena (Coprolithen)
Chelonia sp. (Schildplatten)

Fig. 22 - Ansicht der Aufschlüsse (Formation mv) S P. 228, 500 m N Pod.e Repenti. V = Vertebratenfundstelle. Höhe des Aufschlusses etwa 30 m.

Von besonderer Bedeutung ist das Auftreten von *Hipparion gracile* und *Hyotherium palaeochoerum* in dieser Fauna, weil dadurch die altersmässige Korrelation der an obigem Profil austreichenden Schichten mit dem obersten Vertebratenhorizont V 3 des Übersichtsprofils eindeutig feststeht.

Die Aufschlüsse S P. 228, 500 m N Pod.e Repenti. Als letztes Beispiel der obermiocaenen Serie sei ein Profil durch jene Abfolge von pelitischen und psammitischen Sedimenten angeführt, die an der Südseite des in P. 228 kulminierenden Hügels in « calanchi »-artiger Exposition an der Oberfläche austreicht.

Vom Liegenden ins Hangende wurde dort folgendes Profil aufgemessen (siehe Fig. 23):

152 Hellgrünlichgraue, teilweise gelblichbraun gefleckte, mergelige Silte.
153 Hellblaugraue, gelblichgrün gefleckte, schwach mergelige Tone.
154 Gelbe, lockere, ziemlich feine Sande mit feinkonglomeratischen Linsen (Komponenten bis zu 1 cm ∅), kreuzgeschichtet, plattig abbröckelnd; Gips tritt als Ausblühungen an der Oberflächen, aber hauptsächlich längs Spalten und Brüchflächen in bis zu mehrere cm mächtigen Lagen auf.
155 Hellgrüner, nur sehr locker in kalkigem Bindemittel verfestigter Sandstein, der als Hauptkomponenten Quarz, Calcit, grüne Partikel und Gesteinsbrocken verschiedener Herkunft führt.

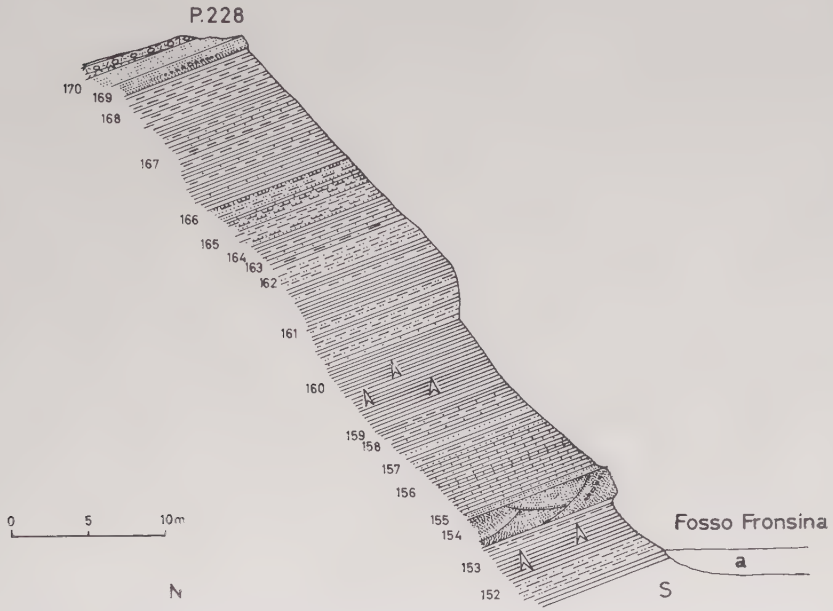


Fig. 23 - Profil durch die Aufschlüsse S P. 228, 500 m N Pod.e Repenti.

156 Rötliche, zum Teil grün gefleckte, sandige Silte in stark mergeliger Matrix. Auch hier tritt Gips auf, zumeist limonitisch umkrustet, vor allem an Kluftflächen und in Spalten.
157 Hellgraugrünliche, schwach siltig-sandige mergelige Tone.
158 Hellgraugrüne, gelblichbraun gefleckte, schwach mergelige, siltige Tone.
159 Dunkelgraublaue, eisenschüssige Tone.
160 Graugrünliche, gelblich gefleckte Tone; Gips an der Oberfläche und in Klüften.
161 Wechsellagerung von bunten Schichten, deren Farben in pastellfarbenen Tönen zwischen rosarot, violett und grünlichgelb variieren. Siltige Mergel und Tone alternieren in kurzen Abständen. In diesem Niveau treten ziemlich seltene Knochenfragmente und Zahnsplitter eines Cerviden und eventuell auch anderer Vertebraten auf, die durchweg einen sehr schlechten Erhaltungszustand aufweisen und deshalb nicht näher bestimmt werden konnten.
162 Beiger, rot und grün gefleckter, siltiger Mergel.
163 Hellgraue, grünlichgelb gefleckte, siltige Mergel.
164 Graublaue, schwach mergelige Tone mit gelbbraunen, siltigen Einlagerungen.
165 Grünliche, gelbbraun gefleckte, siltig-sandige Mergel.

166 Hellblaugraue, eisenschüssige, sandige Mergel.
167 Graublaue, schwach siltige, mergelige Tone.
168 Hellgelbe, grünlich gefleckte, mergelige Tone.
169 Graugrüner, nur locker in kalkigem Bindemittel verfestigter, grober polymikter Sandstein mit feinkonglomeratischen Komponenten.
170 Hellgelblichbrauner, sehr mürber Sandstein.

Entlang des weiteren Profilverlaufs folgen in diskordanter Überlagerung die rot zementierten Konglomerate des unteren Pliocaens. An der Ost-und Nordostflanke des Hügels um P. 228 bedecken hingegen graublaue, marine Mergel und Tone die obermiocaenen Schichten.

Abgesehen von den kläglichen Wirbeltierresten in Schicht 161 hat sich die oben beschriebene Serie als vollkommen fossilfrei erwiesen, weshalb wir sie nicht mit Sicherheit in das Übersichtsprofil einreihen können. Reste von Cerviden wurden im übrigen Untersuchungsgebiet bis heute nur in der Begleitfauna von *Hipparion* gefunden, was im Zusammenhang mit den ausgeprägten Analogien zur Lithologie der Serie im oberen Trasubbietal zur Vermutung Anlass gibt, dass hier Äquivalente des oberen Teils der Formation mv vorliegen, deren genauere Stellung im Profil aber nicht näher abgeklärt werden kann. Auch aus der Bohrung 12, die von der « Società Mineraria del Valdarno » nur 300 m südöstlich P. 228 an der linken Böschung des Fosso del Baccinello abgeteuft worden ist, lässt sich nichts genaues über die stratigraphische Lage dieses Profils ableiten, da die von jener Bohrung durchfahrenen Schichten vermutlich an einer ungefähr entlang des Fronsina-Tales verlaufenden Störungslinie abgesunken sind und nicht mehr in direktem Zusammenhang mit der S P. 228 aufgeschlossenen Serie stehen. Zudem ist die von der « Società Mineraria del Valdarno » überlieferte lithologische Beschreibung der Bohrkerne so generell gehalten, dass keine stichhaltigen Vergleiche mit obigem Profil möglich sind. Die Bohrung 12 hat ohne auf den Beckenuntergrund zu stossen eine Tiefe von 322 m erreicht und dürfte mit Ausnahme der Formation mc so ziemlich die ganze obermiocaene Serie durchfahren haben. Die ersten 60 m werden als tonige Mergel, die weiteren 262 m als wechselgelagerte mergelige Sandsteine, Sandsteine und Mergel angeführt und enthalten bei Tiefe 293.40 ein nur 8 cm mächtiges Lignitflözchen. Dieses könnte eventuell die nördliche Fortsetzung des Hauptflözes von Baccinello darstellen, müsste aber in diesem Fall auf einer relativ kurzen Distanz, von 3 m auf 8 cm ausgekeilt sein, da es von der ca. 600 m SSE angesetzten Bohrung 3 noch in seiner vollen Mächtigkeit angetroffen wurde (siehe Beschreibung jener Bohrung in Falini, p. 24).

Wie in der Umgebung von Baccinello überlagern die transgressiven Formationen des unteren Pliocaens auch im Profil S P. 228 eine unvoll-

ständige obermiocaene Serie, in welcher die Süsswasserkalke (mc) fehlen. Da diese weiter im Norden (Pod.e Camposasso, Oberlauf der Sansola) wieder in einer dem Übersichtsprofil in lithologischer und faunistischer Hinsicht weitgehend entsprechenden Ausbildung vorhanden sind, kann ihr Fehlen längs dieses Profils nur auf praepliocaene Abtragung zurückgeführt werden.

Die Wirbeltierfundstellen im östlichen Aufschlussbereich der obermiocaenen Serie. Der Vollständigkeit halber möchten wir vor dem Abschluss der Beschreibung der obermiocaenen Serie die Lithologie und die stratigraphische Stellung von drei weiteren Wirbeltierfundstellen kurz skizzieren:

1. Auf dem schmalen Rücken, der westlich Pod.e Castagnolo gegen den Torr. Melacce zieht, sind Teile der Formation mv aufgeschlossen, in welchen ca. 150 m südlich P. 183 in grosser Anzahl Zähne von *Antilope haupti* Weithofer aufgefunden wurden. Obwohl Reste von anderen Wirbeltieren nicht nachgewiesen werden konnten, ermöglicht schon das alleinige Auftreten von *Antilope haupti* eine Korrelation dieser Schichten mit dem mittleren Vertebratenniveau des Übersichtsprofils V 2.

Lithologisch werden die hier ausstreichenden Schichten durch eine Wechselfolge von graugrünen, gelbgrauen und weissen, selten verfestigten Sanden, rotgrünen, sandig-siltigen Mergeln und Konglomeraten (Gerölle von Palombino Kalk und grünen Kieselkalken) charakterisiert. Die psammitischen Lagen weisen vielfach Kreuzschichtung auf und entsprechen in ihrer Zusammensetzung in den meisten Fällen den im mittleren und oberen Teil des Übersichtsprofils angetroffenen Sanden und enthalten wie jene immer reichlich feinkonglomeratische Komponenten (vorwiegend Gerölle von verschiedenartigen Arkosen und roten Horsteinfragmenten, seltener Gerölle von Serpentin, sowie von rotem und grünem Kieselkalk). Daneben sind auch weisse Sande sehr groben Korns in die Mergel eingelagert, die wir im übrigen Untersuchungsgebiet sonst nirgends beobachten konnten. Sie bestehen zur Hauptsache aus durchweg eckigen Quarztrümmern, relativ grossen Biotitplättchen und häufigen Plagioklaskörnern und führen nur untergeordnet karbonatische Partikel. Aus der mineralogischen Zusammensetzung und der äusserst geringen Beanspruchung der Körner geht hervor, dass es sich dabei um ein höchstwahrscheinlich nicht weit transportiertes Abtragungsprodukt eines granitischen Gesteins handelt. Da alle autochthonen Vorkommen von sauren Plutoniten in der näheren und weiteren Umgebung des untersuchten Gebietes von postmiocaener Entstehung sind, vermuten wir, dass granitische Einschlüsse im Komplex

der « Argille Scagliose », wie sie im nordwestlichen Appennin verschiedentlich beobachtet wurden, das klastische Material für diese Sande geliefert haben. Derartige Einschlüsse sind zwar in den an das Neogenbecken von Baccinello angrenzenden Gebieten nicht bekannt, doch könnten sie in der seit dem Obermiocaen verstrichenen Zeitspanne vollständig der Erosion zum Opfer gefallen sein. Dass es sich bei diesen Sanden um ein Abtragungsprodukt des eine analoge Komposition aufweisenden Macigno-Sandsteines handelt, glauben wir in Anbetracht des augezeichneten Erhaltungszustandes der Körner, der keinesfalls eine mehrfache Umlagerung andeutet, ausschliessen zu dürfen.

2. Etwa 400 m NE Pod.e di Poggio Miliotto fanden wir in einem Aufschluss von graugrünen, heller und dunkler gebänderten, sandig-siltigen Mergeln mit geringmächtigen Einlagerungen der üblichen grüngelben, arkotischen Sandsteine einen zwar in die einzelnen Schildelemente zerfallenen, aber dennoch fast vollständigen *Chelonia*-Panzer. Daneben treten vereinzelte unbestimmbare grössere und kleinere Knochensplitter auf. Die hier anstehenden Sedimente stellen die seitliche Fortsetzung gegen Norden der im Profil ESE Pod.e di Poggio Miliotto (siehe p. 178) angetroffenen *Hipparion*schichten dar und weisen eine durchaus analoge lithofacielle Ausbildung auf.

3. 350 m NNW obigen Aufschlusses sind wir ca. 200 m W P. 177 in gleichartigen Sedimenten, die ungefähr auf derselben Höhe im Profil liegen, auf einen Incisiven von *Palaeomys* sp. gestossen. Da dieses Biberartige Säugetier im übrigen Untersuchungsgebiet ausschliesslich in der Begleitfauna von *Hipparion gracile* auftritt, dürften auch die Schichten im oberen Teil der westlichen Zuflüsse des sich bei P. 151 in den Torrente Melacce ergiessenden Grabens zeitlich den *Hipparion*schichten (obere Partie der Formation mv) entsprechen.

Ergänzende Bemerkungen zur stratigraphischen Beschreibung der obermiocaenen Serie. Im nördlichen und östlichen Ausstrichbereich der neogenen Sedimente sind manchenorts Elemente der Formation mv in beträchtlicher Mächtigkeit aufgeschlossen. Sie liegen immer in einer dem Übersichtsprofil weitgehend analogen lithologischen Ausbildung vor, haben sich aber abgesehen von spärlichen Microfaunen (Ostracoden und *Chara*oogonien) allgemein als fossilfrei erwiesen, weshalb diese Abfolgen altersmässig nicht sehr genau definiert werden konnten. Auf Grund der guten lithofaciellen Übereinstimmung mit der Serie im oberen Trasubbietal haben wir sie zur Formation mv gestellt, ohne jedoch ihre Stellung innerhalb dieser Abteilung präziser angeben zu können.

Ohne auf eine detaillierte Beschreibung einzugehen, seien im Folgenden die wichtigsten Vorkommen kurz erwähnt:

— An den Abhängen und in den Tälern rund um Pod.e Poggio Tesoro treten hauptsächlich sandige Sedimente zu Tage, die in ihrer Zusammensetzung etwa den Sanden in Schicht 15 des Übersichtsprofils entsprechen.

— An den von mehreren kleineren Gräben zerfurchten Abhängen nordöstlich Pod.e le Pigne streichen wechselgelagerte, vielfach sandig-siltige, bunte Mergel und bis zu einige Meter mächtige, stärker verfestigte Sandsteinbänke aus.

— In der Gegend nördlich und östlich der Gehöfte Pod.e la Ciaia und Pod.e il Poggione alternieren ebenfalls mergelige Sedimente mit psammitischen Lagen. Hier tritt mit einer gewissen Häufigkeit Gips in kleineren, vereinzelt auch in grösseren Kristallen auf.

Auffallend ist, dass hier konglomeratische Lagen, wie sie im oberen Trasubbietal im unteren Teil der Formation mv auftreten (1), nicht vorhanden sind. Es muss deshalb angenommen werden, dass entweder die psephitischen Lagen gegen Norden auskeilen, oder aber dass die untere, durch das Vorkommen konglomeratischer Lagen gekennzeichnete Partie der Formation mv im nördlichen Untersuchungsgebiet nicht an die Oberfläche tritt.

Wie schon aus der Beschreibung der einzelnen Aufschlüsse hervorgeht, beschränkt sich das Vorkommen der Süsswasserkalke (mc) im zentralen und nördlichen Teil des untersuchten Gebietes auf einen Aufschlussbereich, der ungefähr durch die einer Wasserscheide entsprechende Verbindung Pod.e la Ciaia - Pod.e le Pigne - Pod.e di Poggio Miliotto - Pod.e Giardino gegen NE abgegrenzt wird. Diesseits dieser Linie tritt die Formation mc mit ihrem charakteristischen Fossilgehalt vor allem in den ca. E-W fliessenden Gräben zu Tage; sie streicht aber auch verschiedentlich an den zwischen den Gräben liegenden Schichthängen unter der Bedeckung der pliocaenen Konglomerate hervor. Jenseits obiger Wasserscheide sind die Süsswasserkalke hingegen nur fragmentär in Aufschlüssen sehr kleiner Ausmasse zu beobachten (100 m W P. 225, SE Pod.e Poggio Tesoro; 150 m W P. 312, W Pod.e la Fornaciaccia).

Auch die Formation mc ist im nördlichen Untersuchungsgebiet lithofaciell den entsprechenden Lagen des Übersichtsprofils sehr ähnlich entwickelt und führt im Gegensatz zu den hier austreichenden Elementen der Formation mv immer reichlich Macrofossilien (*Melanopsis*, *Dreissensia*, *Theodoxus*), weshalb sich auch eine biostratigraphische Korrelation dieser Süsswasserkalke mit denjenigen des Übersichtsprofils durchführen lässt.

Die älteren Einheiten der obermiocaenen Serie (Formationen ms,

(1) Siehe: Übersichtsprofil Schicht 10; Aufschluss am rechten Trasubbieufer 200 m NNE P. 210, Schicht 172.

mlg, mcb) streichen im zentralen und nördlichen Teil des Untersuchungsgebietes nirgends aus und sind auch im östlichen Bereich nur durch eher sporadische und ziemlich unzusammenhängende Vorkommen von *Cardium*-Schichten vertreten.

Die Beschreibung der obermiocaenen Serie abschliessend möchten wir bezüglich der stratigraphischen Stellung aller in den vorangehenden Kapiteln nicht erwähnten Aufschlüsse von obermiocaenen Schichten auf die dieser Arbeit beigelegte geologische Kartierung verweisen.

Das Alter der obermiocaenen Serie von Baccinello

Wie aus der Beschreibung des Hauptprofiles und der wichtigsten Aufschlüsse hervorgeht, treten in der Serie von Baccinello ziemlich häufige Reste von Wirbeltieren auf, deren Vorkommen sich auf drei, eher geringmächtige fossilführende, Niveaux verteilt. Wir nennen in den folgenden Ausführungen die unterste, im Lignit enthaltene Fauna V 1, die mittlere V 2 und die *Hipparion*fauna, die an der Basis des oberen Drittels der Serie auftritt, V 3.

Das *Hipparion* und seine Begleitfauna (V 3) entsprechen durchaus den bekannten Faunen von Eppelsheim, Charmoille (BE), Pikermi etc. und es besteht kein Grund, sie nicht dem Pontien s.l. (= Pannonien nach Thenius) zuzuweisen. Dass es sich beim Vorkommen von *Hipparion* in V 3 um ein durch seine Einwanderung bedingtes und nicht etwa auf ökologischen Faktoren beruhendes Auftreten handelt, ergibt sich aus folgenden Überlegungen:

Im Lignit (V 1) könnte zwar das Fehlen von *Hipparion* durch ökologische Umstände verursacht worden sein. Aus den paläogeographischen Verhältnissen zur Zeit der Ablagerung der Lignitausgangssubstanz (Moorlandschaft mit Wassertümpeln) könnte sich nämlich ein für die Hipparionen ungünstiges Biotop ergeben haben, womit ein lokales Fehlen von *Hipparion*resten auch nach seiner Invasion nach Europa begründet werden könnte.

V 2 und die *Hipparion*fauna V 3 sind in identischen Sedimenten enthalten, die folglich auf gleiche ökologisch/facielle Verhältnisse während der Ablagerung schliessen lassen, was auch durch eine zwar eher spärliche, aber für beide Niveaux durchaus analoge Microfauna bestätigt wird (Foraminiferen, Ostracoden, Oogonien von *Chara*).

Deshalb lässt sich das Fehlen von *Hipparion* in V 2 nicht wie in V 1

auf ökologische Gründe zurückführen und es kann nur dadurch erklärt werden, dass die Einwanderung von *Hipparion* erst nach der Ablagerung der V 2 - führende Sedimente erfolgt war.

Wir erhalten somit im Profil von Baccinello einen zeitlichen Fixpunkt, der mit grösster Wahrscheinlichkeit dem Termin der Ingression von *Hipparion* nach Europa entspricht und mit der Sarmat/Pannon-Grenze des Wiener Beckens zusammenfällt. Dieser Zeitpunkt liegt biostratigraphisch zwischen V 1 und V 2, kann aber lithostratigraphisch nicht präziser erfasst werden (1).

Eine Zuweisung des *Hipparion*horizontes und der hangenden Schichten zu den im Pontien s.l. enthaltenen Unterabteilungen Méotien und Pontien s.str. kann auf Grund der in Baccinello gefundenen *Hipparion*reste nicht mit Gewissheit durchgeführt werden. Da jedoch das Erscheinen von *Hipparion* im Profil von Baccinello dem auf seine Immigration begründeten ersten Auftreten in Europa zu entsprechen scheint, dürfte allerdings anzunehmen sein, dass es sich um ältere, wahrscheinlich mäotische Formen handelt. Ausserdem können selbst in den höchsten Einheiten unserer Serie keine paläontologischen Belege für das Vorhandensein von Äquivalenten des Pontiens s.str. gefunden werden. Dadurch ist zwar ein Fehlen dieses Abschnittes noch nicht eindeutig erwiesen, doch können wir die Möglichkeit, dass wenigstens der obere Bereich des Pontiens s.str. in der Serie von Baccinello fehlt, nicht gänzlich ausschliessen.

Die Wirbeltierfaunen V 1 und V 2 setzen sich zum Teil aus identischen Arten zusammen. Neben *Oreopithecus bambolii*, von dem im oberen Wirbeltierhorizont allerdings nur ein einziges und zudem fragliches Schädelfragment gefunden werden konnte, treten *Paludotona etruria*, *Antilope gracillima* und *Antilope haupti* in beiden Niveaux gemeinsam auf, so dass es sich offensichtlich bei V 1 und V 2 um dieselbe Fauna handelt. Obwohl V 2 höher im Profil liegt und folglich jünger sein muss, konnten bis heute zwischen V 1 und V 2 keine merklichen Unterschiede in der Entwicklungshöhe erkannt werden.

Diese Fauna ist auf Grund des Erscheinens des ersten Muriden (*Parapodemus* cf. *vireti* Schaub in V 1) entschieden jünger als die obervindobonischen (= tortonischen) Wirbeltiervorkommen von la Grive-St. Alban (Isère), Sansan (Gers), Schwamendingen (ZH), Rümikon (ZH) etc. und

(1) Es könnte sich natürlich um eine im Feld nicht durch augenfällige Winkeldiskordanz markierte, eventuell mit einer Schichtlücke zusammenfallende Grenze im Sinn einer « Paraconformity » (Dunbar & Rogers, 1957) handeln, die in unserem Fall jedoch strukturell nicht erfassbar ist.

unzweifelhaft älter als die Faunen von Sète und Perpignan (Unterpliocaen = Plaisancien s.l.). Gegen oben wird jedoch das Alter von V 1 und V 2 noch etwas weiter eingeschränkt. Aus der Lagebeziehung zum höher im Profil gelegenen *Hipparion*horizont ergibt sich nämlich ein vorpontisches (s.l.) Alter.

Die Zuweisung von V 1 und V 2 zu einer praepontischen (s.l.) Stufe wird auch durch das Vorhandensein eines Suiden (*Sus choeroides* Pomel) in V 2 bestätigt (1). Diese Form unterscheidet sich nach Herrn Dr. Hünermann (Zürich) deutlich von *Hyotherium palaeochoerum* Kaup, dem Suiden aus dem *Hipparion*horizont, und verleiht der Fauna ein dezidiert älteres Gepräge. (Siehe auch Stehlin, Verh. Naturf. Ges. Basel, 21, 1920, p. 185).

Zusammenfassend kann demnach gesagt werden, dass V 1 und V 2 einem posttortonischen, aber praepontischen Alter angehören, einem Zeitintervall, dem im allgemeinen die sarmatische Stufe entspricht, ohne dass wir allerdings die Faunen von Baccinello (V 1 und V 2) mit entsprechenden Wirbeltierfaunen anderer Regionen (Wiener Becken, Süddeutschland) vergleichen könnten. Es scheint sich um eine bisher nur aus der toskanischen Maremma belegte Phase der Säugetierentwicklung zu handeln, deren genaue chronostratigraphische Stellung zwischen dem Tortonien und dem Pontien s.l. noch weiter abzuklären ist. Vielleicht wird es notwendig werden, diese Phase in wirbeltierpaläontologischer Hinsicht auch nomenklatorisch auszuscheiden, und wir würden dafür gegebenenfalls die Bezeichnung MAREMMIANO vorschlagen.

Die Serie von Baccinello lässt sich obigen Ausführungen entsprechend wirbeltierstratigraphisch in zwei Abschnitte gliedern: einen unteren ohne *Hipparion*, der altersmässig durch die Faunen V 1 und V 2 charakterisiert wird und wahrscheinlich dem Sarmatien zuzuordnen ist, und einen oberen mit *Hipparion* und dessen Begleitfauna, der dem Pontien s.l. angehört.

Von den Verhältnissen an der klassischen Wirbeltierfundstelle von Monte Bamboli ausgehend hat A. Papp (1959, p. 176) eine ganz analoge Unterteilung des oberen Miocaen der Toskana vorgenommen:

« In der als « Messiniano » bezeichneten Serie der Toskana treten Wirbeltierfaunen mit Elementen der *Hipparion*fauna am Mt. Bamboli auf. Die fossilführenden Lignite werden im obersten Bereich der als Messiniano bezeichneten Schichtserie angetroffen. Somit bleibt ein Bereich des Messiniano mit *Hipparion* äquivalent dem Pannon und ein Bereich

(1) In Monte Bamboli, Casteani, Ribolla ist *Sus choeroides* Pomel auch im Lignit (= V 1?) nachgewiesen.

des Messiniano mit miozäner Säugetierfauna (ohne *Hipparion*) äquivalent dem Sarmat unterscheidbar ».

Obgleich diese Unterteilung auf Argumenten beruht, die dem wirklichen Sachverhalt nicht entsprechen, gelangt der Autor doch zu einem Ergebnis, das genau mit den Gegebenheiten von Baccinello übereinstimmt. Die fossilführenden Lignite von Monte Bamboli befinden sich nämlich gemäss De Castro & Pilotti (1933, p. 149), wie diejenigen von Baccinello, an der Basis der als Messiniano bezeichneten Serie und sind nur durch eine sehr geringmächtige Lage von « Breccino verdastro » (grünliche, feinbrekziöse Schicht) vom Beckenuntergrund getrennt (1). Auch die übrigen Lignitvorkommen der westlichen Toskana (Cecina-Tal, Sterza-Tal) treten nicht im obersten Bereich des Messiniano auf; im Gegenteil, die lignitführenden Schichten befinden sich immer im basalen Teil des Messiniano unter den höhermessinischen, marinen und evaporitischen Formationen. Von gewissen Autoren (Trevisan, 1952; Selli, 1954) wurden sie sogar ins Tortoniano verwiesen. Ausserdem kann die Wirbeltierfauna von Monte Bamboli nicht als *Hipparion*fauna angesprochen werden. *Hipparion* und Elemente seiner Begleitfauna wurden dort nicht gefunden und konnten auch in der übrigen Toskana nur im obersten Wirbeltierniveau von Baccinello (V 3) und in Casino bei Siena nachgewiesen werden. (Von letzterer Lokalität liegen leider keine präzisen Angaben über die Fundstelle in Bezug auf das dortige Lignitflöz vor). Die Fauna von Monte Bamboli entspricht genau unseren wahrscheinlich sarmatischen Faunen V 1 und V 2 ohne *Hipparion*, so dass dort die Voraussetzungen für die von A. Papp durchgeführte Gliederung eigentlich gar nicht gegeben sind.

Im Gegensatz zu den Wirbeltierfaunen lassen die Süss- und Brackwassermollusken keine sehr präzisen Angaben über das Alter der Serie von Baccinello zu. Immerhin konnte Frau Prof. S. Gillet (Strasbourg) nach Rücksprache mit russischen Spezialisten für den Horizont mit Limnocardien (F 1), der stratigraphisch zwischen den beiden unteren Wirbeltierniveaus liegt, sarmatisches Alter (im russischen Sinn) feststellen. Dies stimmt ausgezeichnet mit den von den Vertebratenfaunen abgeleiteten Altersangaben überein und bekräftigt diese deshalb erheblich. Die Molluskenfauna aus dem oberen, den Abschluss der Serie bildenden Süsswasserkalk enthält hingegen nur Arten, denen keine besondere stratigraphische Bedeutung zukommt und die nur auf Grund ihrer Lagebeziehung zu den

(1) Die basale Lage der Lignite von Monte Bamboli innerhalb der obermiocaenen Serie wird auch von Lazzarotto, Mazzanti & Salvatorini (1964, pp. 34-37) bestätigt.

*Hipparion*schichten und zu den marinen Sedimenten des unteren Pliocaen dem Pontien s.l. zugewiesen wurden.

Nur annähernde Altersangaben konnten aus palynologischen Untersuchungen an einer Reihe von Proben des im Fosso della Fittaia aufgeschlossenen Lignitflözes ermittelt werden. Herr Dr. L. Benda, dem wir hier nochmals für die Ausführung dieser Untersuchungen danken möchten, äussert sich wie folgt über das Alter des Lignits:

« Die Pollenführung des Flözes von Baccinello hat typisch jungtertiäres Gepräge. Auffallend ist das nahezu völlige Fehlen miozäner Elemente. Obgleich die Zahl der untersuchten Proben relativ klein ist und Vergleiche mit dem mitteleuropäischen Jungtertiär nur unter Vorbehalten gezogen werden können, dürfte auf Grund dieses Befundes das Baccinello — Flöz mit grosser Wahrscheinlichkeit dem unteren Pliozän (= oberes Miocaen der französisch/italienischen Epocheneinteilung) (1) zuzuordnen sein, wofür sich bereits Lüttig (1959, Petroio-Stufe) ausgesprochen hat » (2).

Dieser Befund weicht etwas von den auf die Vertebraten und Mollusken fundierten Altersangaben ab, indem er für das Lignitflöz von Baccinello eher pontisches als sarmatisches Alter andeutet, jedoch infolge seines approximativen Charakters kaum ausreicht, das präpontische Alter des Lignits und der darüberfolgenden Schichten zu widerlegen. Eventuell weist das fast völlige Fehlen miocaener Elemente darauf hin, dass der untere Teil der Serie von Baccinello in einem höheren Bereich des Sarmats abgelagert wurde; in jener Zeit waren höchstwahrscheinlich bereits Anklänge an pontische Floren vorhanden.

Die Untersuchungen der äusserst spärlichen, in bestimmten Niveaus enthaltenen Foraminiferenfaunen haben leider nichts zur Festlegung des Alters der Serie von Baccinello beitragen können. Abgesehen von der Seltenheit der Faunen handelt es sich um vorwiegend litorale, manchmal auch mit relativ häufigen planktonischen Arten assozierte Formen mit weitläufiger stratigraphischer Verbreitung, denen höchstens eine gewisse facielle Bedeutung zukommen kann.

Auf Grund der oben dargelegten biostratigraphischen Ergebnisse lässt sich zusammenfassend feststellen, dass die Ablagerung der gesamten kontinentalen, limnisch-lagunären Serie von Baccinello in einem Zeitraum

(1) Anmerkung des Schreibenden.

(2) Im Rahmen eines Vorschlags für eine Neugliederung des italienischen Mio-Pliocaens bezeichnet Lüttig (1959, 1963) einen dem Messiniano der italienischen Autoren entsprechenden Zeitabschnitt mit Petroio-Stufe, zu welcher er u.a. auch die lignitführende Serie von Baccinello & Cana und Monte Bamboli rechnet.

erfolgt sein muss, der zwischen das Tortoniano und das untere Pliocaen (Piacenziano s.l.) fällt und sowohl Äquivalente des Sarmatiens, als auch des Pontiens s.l. umfasst. Ein praepliocaenes Alter (im französisch/italienischen Sinn) ergibt sich ausser aus den auf die Faunen begründeten Angaben auch aus der Überlagerung der marinen, sicher unterstpliocaenen Sedimente auf die Serie von Baccinello (1). Somit fällt das Alter der Baccinello-Schichten in das obere Miocaen, für welches von Selli (1960) durch die Aufstellung eines Neostratotyps die auf Mayer-Eymar (1867) zurückgehende Stufe des Messiniano reaktiviert wurde. Nach der Neudefinition durch obigen Autor entspricht diese Stufe dem Zeitintervall zwischen dem Tortoniano und dem Piacenziano s.l.

Vergleich der Serie von Baccinello mit dem Typ-Messiniano und den obermiocaenen Ablagerungen südlich des Arno
(Colli Livornesi, Valle della Sterza di Laiatico)

Versucht man die Serie von Baccinello mit dem Neostratotyp des Messiniano in Mittelsizilien oder mit den von Giannini (1960) im Anschluss an die Neubearbeitung der Stufe zum Messiniano gestellten Formationen der Gebiete südlich des Arno zu korrelieren, so stösst man auf erhebliche Schwierigkeiten. Die Ursachen dafür liegen in der unterschiedlichen faciellen Ausbildung der zum Vergleich herangezogenen Serien: Baccinello vorwiegend kontinental, der Neostratotyp marin bis evaporitisch, die obermiocaenen Ablagerungen südlich des Arno kontinental an der Basis, dann marin und evaporitisch mit limnisch-lagunären Zwischenlagen. Deshalb ist eine verlässliche, auf Faunen fundierte Korrelation von vorne herein zum Scheitern verurteilt.

Da der Umfang des Typ-Messiniano mit der Dauer der Salinitätskrise im westlichen Mittelmeer während des oberen Miocaen gleichgesetzt wird, sind seine neudefinierten Grenzen biostratigraphisch sehr dürftig untermauert und beruhen nur auf ökologischen und lithofaciellen Kriterien. Das Messiniano beginnt dort, wo an den Ablagerungen oder an verarmten Faunen die ersten Anzeichen für einen erhöhten Salzgehalt des Meeres zu erkennen sind und endet mit der Wiederkehr des normalen marinen Regimes mit entsprechend normal entwickelten Faunen. In Ermangelung gemeinsamer Bezugspunkte ist es deshalb völlig unmöglich, die faciell

(1) Siehe Ausführungen über das Alter der marinen Sedimente.

anders ausgebildete Serie von Baccinello mit dem Neostratotyp oder auch nur mit Unterabteilungen desselben zu vergleichen, sowie die von Selli definierten Stufengrenzen nach Baccinello zu übertragen. Wir müssen uns daher mit der Feststellung begnügen, dass die Serie von Baccinello auf Grund ihres durch die Vertebraten und die Mollusken ermittelten Alters ein zeitliches Äquivalent des Typ-Messiniano, ev. auch nur von Teilen desselben, darstellt.

Auch für einen Vergleich zum Messiniano der Gebiete südlich des Arno stehen uns nur vage Anhaltspunkte zur Verfügung. Trotz grosser Faciesunterschiede zwischen den einzelnen Profilen konnte dort Giannini (1960) eine allgemein gültige stratigraphische Sequenz aufstellen. Die obermiocaene Schichtfolge beginnt mit brackisch-lagunären Konglomeraten, Sanden und Tonen mit ziemlich weit verbreiteten Lignitvorkommen, auf welche die Bezeichnung « Serie lignitifera » für diesen unteren Schichtkomplex zurückgeht. Darüber folgen manchenorts in diskordanter Auflagerung marine Sedimente in unterschiedlicher facieller Ausbildung: organogene Kalke (Calcare di Rosignano) und Konglomerate im Fine-Tal, Tone und Mergel im Cecina-Gebiet. Diese werden von brackisch-lagunären Varvenmergeln und Tripelhorizonten überlagert, die ihrerseits von den evaporitischen Sedimenten der sogenannten gipsführenden Formation (Formazione gessifera) abgelöst werden, in welche sowohl rein marine, also auch limnisch-lagunäre Lagen eingeschaltet sind. Darüber folgen, lokal in diskordanter Überlagerung, die marinen Formationen des unteren Pliocaen. Während das Alter der mittleren und der oberen Einheiten durch charakteristische Fossilien und durch lithofacielle Analogien zum Neostratotyp des Messiniano ziemlich gut belegt ist, stehen sich über dasjenige der « Serie lignitifera » infolge des fast völligen Fehlens von altersbestimmenden Fossilien drei grundsätzlich verschiedene Darstellungen gegenüber:

1. Die « Serie lignitifera » gehört in das Tortoniano.

2. Die « Serie lignitifera » gehört in das Messiniano.

3. Die Grenze zwischen Tortoniano und Messiniano verläuft innerhalb der « Serie lignitifera » über dem lignitführenden Horizont. (Siehe auch Mazzanti, Squarci & Taffi, 1963, pp. 38-39).

In jüngster Zeit ist nun allerdings S. Gillet (1) zur Auffassung gelangt, dass sich das obere Miocaen der Colli Livornesi und der benachbarten Gebiete auf Grund der Süss- und Brackwassermollusken in Anlehnung

(1) Briefliche Mitteilung.

an deren Auftreten in Osteuropa genauer festlegen liesse. Nach der Meinung obiger Autorin entspricht die « Serie lignitifera » und der organogene Kalk sowie dessen heteropische Äquivalente dem russischen Sarmatien, die Varvenmmergel und der Tripelhorizont auf Grund des Vorkommens von *Syndosmia tellinoides* dem russischen Méotien und die gipsführende Formation im Liegenden des Piacenziano s.l. dem Pontien s.str. Demnach würde auch die « Serie lignitifera » in ihrem ganzen Umfang dem Messiniano angehören.

In den obermiocaenen Ablagerungen südlich des Arno sind bis heute keine Reste von Wirbeltieren gefunden worden; der Versuch einer auf Faunen beruhenden Korrelation mit dem Lignitbecken von Baccinello & Cana kann sich deshalb nur auf die Süss- und Brackwassermollusken stützen.

Den Mollusken von Baccinello (F 1 und F 2) entsprechende Faunen (siehe G. Capellini, 1878, 1880 und S. Gillet, 1963) treten in den Schichtfolgen des Fine- und des Sterza-Tales nach den neuesten Untersuchungen (Giannini, 1960, 1962; Squarci & Taffi, 1963; Mazzanti, Squarci & Taffi, 1963) ausschliesslich innerhalb der « Serie lignitifera » auf. In Baccinello konnten wir indessen nur für die untere Molluskenfauna ein der « Serie lignitifera » äquivalentes Alter (Sarmatien) feststellen. Es sei besonders hervorgehoben, dass in der Gegend südlich des Arno auch das Vorkommen von *Melanopsis bartolinii* Capellini, eines der charakteristischen Fossilien unserer pontischen Molluskenfauna F 2, auf den basalen Teil des Messiniano beschränkt ist. Generisch ähnliche Faunen treten zwar auch in den höhermessinischen, in die Gipse eingeschalteten limnisch-lagunären Zwischenlagen auf, doch unterscheiden sich diese in ihrer spezifischen Zusammensetzung deutlich von den in der « Serie lignitifera » enthaltenen Formen. Eine auf Mollusken basierende Korrelation ergäbe deshalb für die gesamte Serie von Baccinello ein der « Serie lignitifera » der nördlicheren Toskana entsprechendes Alter (Sarmatien) und man müsste als logische Folge davon annehmen, dass sich in unserem Untersuchungsgebiet zwischen den obersten Lagen der Baccinello-Schichten und dem pliocaenen Transgressionskonglomerat eine Schichtlücke befindet, die ein dem marinen und evaporitischen Messiniano äquivalentes Zeitintervall umfasst (1).

(1) In analoger Weise haben M. Tongiorgi (1963), und L. Giannelli, G. Salvatorini & M. Tongiorgi (1963), die Situation in der Gegend von Perolla (Massa Marittima - Grosseto) beurteilt. Auch dort wird eine obermiocaene kontinentale Serie grobklastischer bis pelitischer Sedimente transgressiv vom unteren Pliocaen überlagert, ohne dass Anzeichen des marinen und evaporitischen Messiniano vorhanden wären, woraus M. Tongiorgi auf eine Schichtlücke oben angeführten Ausmasses schliesst.

Das durch das Auftreten von *Hipparion* weit besser fundierte pontische (s.l.) Alter der oberen Partie der Serie von Baccinello schliesst jedoch eine derartige Schichtlücke aus oder engt sie zumindest ganz beträchtlich ein.

Ausserdem handelt es sich bei den zum Vergleich herangezogenen Süss- und Brackwassermollusken um stark faciesabhängige Organismen, denen nur in sehr beschränktem Masse chronologische Bedeutung zugemessen werden darf. Es ist sogar sehr wahrscheinlich, dass sich diese Faunen ohne Rücksicht auf Gleichaltrigkeit jeweils dann entfaltet haben, wann die Lebensbedingungen für sie am günstigsten waren, was in Baccinello später der Fall gewesen sein kann als in den nördlicheren Sedimentationsräumen.

Dadurch wird die Zuverlässigkeit der Mollusken für eine grossräumige Korrelation stark erschüttert und ein Vergleich zwischen der Serie von Baccinello und dem oberen Miocaen südlich des Arno kann deshalb nur auf der Grundlage des für beide Serien unabhängig voneinander abgeleiteten Alters versucht werden. Ganz abgesehen von den an und für sich unbedeutsamen lithologischen Analogien, kann der basale Teil der Baccinello-Schichten (V 1 bis und mit Schichten um F 1) auf Grund des durch die Vertebraten ermittelten, wahrscheinlich sarmatischen Alters der « Serie lignitifera » zugewiesen werden, natürlich nur unter der Voraussetzung, dass die Altersangaben für dieselbe von S. Gillet zutreffen. Die gute Übereinstimmung von F 1 mit den Molluskenfaunen der « Serie lignitifera » der Gebiete südlich des Arno vermag die wirbeltierstratigraphischen Daten nur zu ergänzen; allein würde sie aus oben angeführten Gründen noch nicht zu einer solchen Parallelisation berechtigen.

In unserem Untersuchungsgebiet betrifft die umstrittene Frage nach dem Alter der « Serie lignitifera » nur das Liegende des Lignitflözes, da dieses und die hangenden Schichten durch die Vertebratenfaunen altersmässig gut definiert sind. In den Ablagerungen zwischen den « Argille scagliose » s.l. und der Kohle fehlen uns hingegen jegliche altersbestimmende Fossilien. Es ist auch im Laufe einer in verdankenswerter Weise vom Naturhistorischen Museum, Basel unterstützten Grabung nicht gelungen, ausschlaggebende paläontologische Belege ans Licht zu führen. Neben banalen Süsswasser - und Landschnecken konnten nur unbestimmbare Fragmente von Wirbeltieren geborgen werden, die in keiner Weise altersmässige Aussagen erlaubt haben. Wir können deshalb eine Zugehörigkeit des Liegenden des Lignitflözes zum oberen Tortonien auch in Baccinello nicht à priori verneinen; wir neigen zwar eher dazu, auch diese geringmächtige unterste Partie der Serie von Baccinello in Anbetracht ihres sedimentologischen Bestandes (hauptsächlich Konglomerate und Sand-

steine), der auf rasche Ablagerungsgeschwindigkeit schliessen lässt, als posttortonischer Entstehung zu betrachten.

Der obere « sarmatische » Bereich unserer Serie (Schichten um V 2 und darüber) muss gemäss der Datierung von S. Gillet dem marinen Messiniano (Calcare di Rosignano) der Colli Livornesi entsprechen.

Der *Hipparion*horizont und die Schichten im Hangenden davon könnten zeitlich ungefähr den oberen Einheiten des Messiniano der Gegend südlich des Arno gleichgesetzt werden. Für die Schichten mit *Hipparion* hat sich ein dem Pontien s.l. entsprechendes Alter ergeben. Da eine präzisere Datierung (Méotien oder Pontien s.str.) auf Grund der geborgenen *Hipparion*reste nicht möglich ist, können wir biostratigraphisch nicht entscheiden, inwiefern der obere Bereich der Serie von Baccinello zeitlich auch der pontischen (s.str.) gipsführenden Formation entspricht oder ob überhaupt nur Äquivalente der mäotischen Varvenmergel und Tripelhorizonte vorhanden sind.

Mächtigkeitsvergleiche zwischen den pontischen (s.l.) Partien der Serie von Baccinello und den äquivalenten Schichtfolgen in der Gegend südlich des Arno lassen hingegen vermuten, dass in unserem Gebiet ein Teil des Pontien s.l. fehlt. Während nämlich in Baccinello die Sedimente über der vermutlichen Sarmatien/Pontien s.l.-Grenze eine ungefähre Mächtigkeit von maximal 130 m erreichen, werden für die von S. Gillet zum Pontien s.l. gestellten Formationen der Colli Livornesi Dicken bis zu 600 m angeführt, (Giannini, 1960; Mazzanti, Squarci & Taffi, 1963), was bei der geringen Horizontaldistanz zwischen den beiden Gebieten (ca. 100 km) einen beachtenswerten Unterschied ausmacht. Im Zusammenhang mit dem bereits erwähnten Fehlen von eindeutigen paläontologischen Beweisen muss deshalb eventuell mit einer Schichtlücke zwischen den die Serie von Baccinello abschliessenden Süsswasserkalken und den unterpliocaenen Ablagerungen gerechnet werden. Dieser Hiatus würde das Pontien s.str. oder auch nur Teile desselben umfassen und ist wahrscheinlich nicht einem Sedimentationsunterbruch, sondern präpliocaener Abtragung zuzuschreiben.

Die evaporitische Phase hat sich nämlich in den Randgebieten des tyrrhenischen Meeres durch die Entstehung von Gipshorizonten und Salzlagerstätten überall kennzeichnend auf die Schichtfolgen des Messiniano ausgewirkt. Es wird allgemein anerkannt, dass die zur Ausfällung von Gips und Salz erforderliche Erhöhung der Salzkonzentration des Meeres nicht nur ganz besondere paläogeographische Verhältnisse voraussetzt, sondern auch stark von extremen klimatischen Bedingungen abhängig ist. Es ist deshalb anzunehmen, dass auch das Gebiet von Baccinello an der

Mio-Pliocaen-Wende unter der Beeinflussung dieser besonderen klimatischen Verhältnisse gestanden hat. Dass in der Serie von Baccinello dafür heute keine Anzeichen mehr vorhanden sind, kann nur auf eine Abtragung der zeitlich den evaporitischen Ablagerungen anderer Regionen entsprechenden Formationen des Pontien s. str. zurückgeführt werden.

ZUSAMMENFASSUNG DER WICHTIGSTEN ERGEBNISSE, DIE AUS DEN BETRACHTUNGEN ÜBER DAS ALTER DER SERIE VON BACCINELLO UND DEN VERGLEICHEN MIT DEM TYP-MESSINIANO UND DEN OBERMIOCAENEN SCHICHTFOLGEN DER GEGEND SÜDLICH DES ARNO ERMITTELT WERDEN KONNTEN.

1. Auf Grund von Vertebraten -und Molluskenfaunen konnte gezeigt werden, dass die Serie von Baccinello einem dem Messiniano entsprechenden Alter angehört. Einzig für das Liegende des Lignits besteht infolge des Fehlens von altersbestimmenden Fossilien weiterhin die Möglichkeit, dass diese Sedimente dem oberen Tortonien angehören.

2. Das Erscheinen von *Hipparion* im Profil von Baccinello kann mit dem auf seine Einwanderung begründeten ersten Auftreten in Europa gleichgesetzt werden. Dadurch ergibt sich für die Serie von Baccinello eine Gliederung in einen unteren sarmatischen und einen oberen pontischen (s.l.) Abschnitt. Eine präzisere Datierung als Pontien s.l. (Méotien oder Pontien s.str.) ist für den oberen Abschnitt infolge des Fehlens von paläontologischen Belegen nicht möglich.

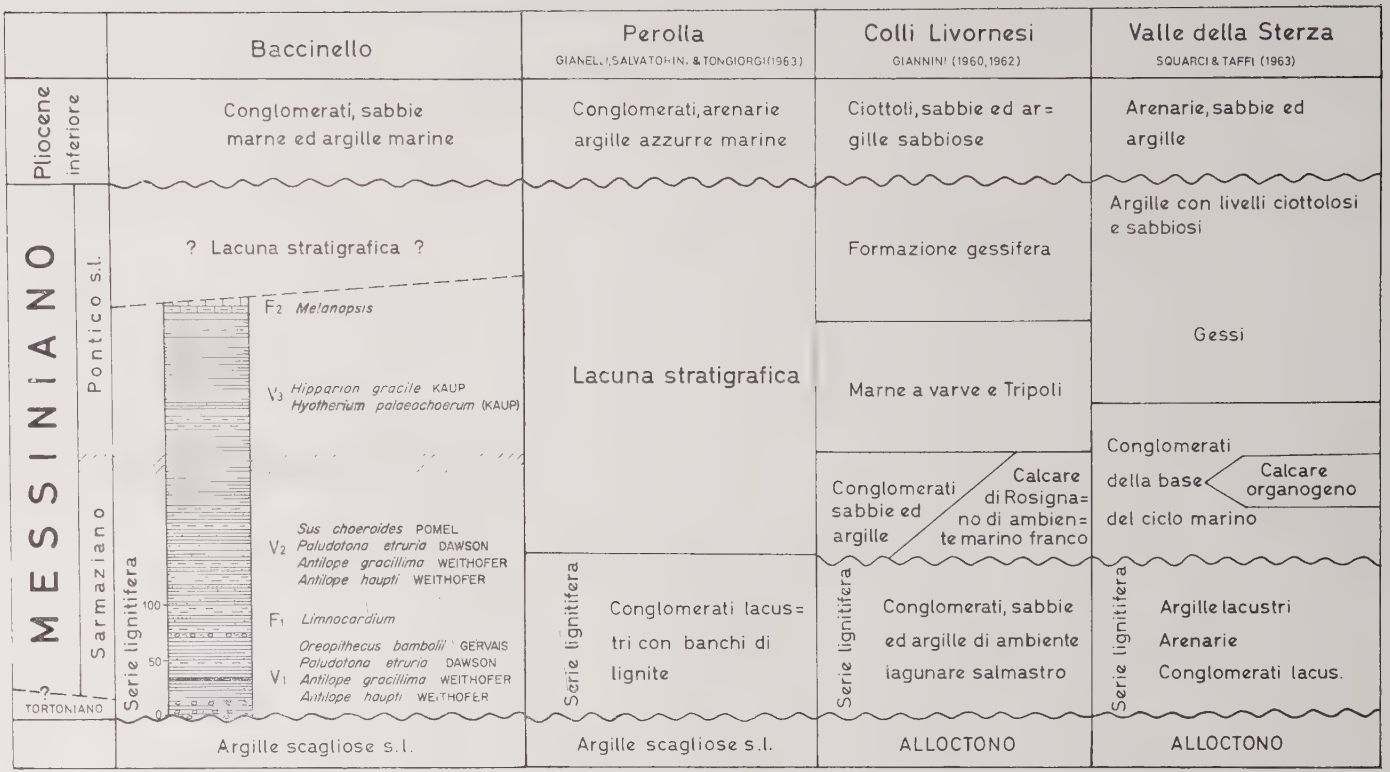
3. Die Süss-und Brackwassermollusken bestätigen das sarmatische Alter des unteren Abschnitts der Serie von Baccinello.

4. Der starke facielle Kontrast verunmöglicht eine Korrelation der Serie von Baccinello mit dem Neostratotyp des Messiniano.

5. Eine auf paläontologischer Evidenz begründete Korrelation der Serie von Baccinello mit den obermiocaenen Ablagerungen der Colli Livornesi scheitert an der ausgeprägten Faciesabhängigkeit und der weitläufigen Vertikalverbreitung der in beiden Serien gemeinsam vorkommenden Süss - und Brackwassermollusken. Parallelisierungen können deshalb nur auf Grund des unabhängig voneinander ermittelten Alters der einzelnen Schichtfolgen durchgeführt werden. Daraus ergibt sich folgende Gegenüberstellung:

a) Der basale Teil der Serie von Baccinello entspricht zeitlich und in seiner lithologischen Ausbildung der sogenannten « Serie lignitifera ».

b) Der obere sarmatische Bereich der Baccinello-Schichten findet im rein marinen Messiniano (Calcare di Rosignano) der Colli Livornesi seine zeitlichen Äquivalente, weist aber eine stark abweichende lithofacielle Ausbildung auf.



F_1, F_2 Livelli con molluschi

V_1, V_2, V_3 " " vertebrati

Fig. 24 - Versuch einer Korrelation zwischen der obermiocaenen Serie von Baccinello und einigen ihr zeitlich entsprechenden strat. Abfolgen der nordwestlichen Toscana.

c) Der *Hipparion*horizont und die hangenden Schichten entsprechen zeitlich ungefähr den mittelmessinischen Einheiten der Colli Livornesi.

Mächtigkeitsvergleiche sowie paläontologische und paläogeographische Erwägungen lassen vermuten, dass in Baccinello die zeitlichen Äquivalente der evaporitischen Formation der Colli Livornesi vor der pliocaenen Transgression wieder abgetragen worden sind. Die daraus resultierende Schichtlücke umfasst das Pontien s.str. oder auch nur Teile desselben.

Die Serie des Unterpliocaens.

Allgemeines.

Der soeben beschriebenen Baccinello-Serie liegt in der Regel mit schwacher Winkeldiskordanz die Schichtfolge des unteren Pliocaens auf, die in ihrem unteren Abschnitt aus Konglomeraten und im oberen Abschnitt aus marinen Mergeln und Tonen besteht. Während die basale konglomeratische Formation hauptsächlich im östlichen und zentralen Bereich ausstreicht, treten die höher liegenden, marinen Pelite vor allem im westlichen Teil des untersuchten Gebietes an die Oberfläche. Wie im Abschnitt über die Auflagerung des Pliocaens erläutert wird (siehe pp. 260-265), handelt es sich bei der pliocaenen Schichtfolge höchstwahrscheinlich nicht um eine kontinuierliche transgressive Serie, sondern eher um zwei, durch eine kurzfristige Erosionsphase getrennte Formationen.

Im allgemeinen liefern auch die pliocaenen Sedimente einwandfreie Einzelaufschlüsse. Trotz der schon etliche Jahrzehnte andauernden landwirtschaftlichen Bebauung ihres gesamten Aufschlussbereiches sind sie meistens nur unter einer geringmächtigen Humusbedeckung verborgen —an vielen Orten wächst das Getreide sogar direkt auf dem anstehenden Gestein. Zudem sind durch die Errichtung einiger neuer Strassen an verschiedenen Stellen frische Aufschlüsse geschaffen worden, an welchen besonders die Konglomerate, die an der Oberfläche vielfach ausgewaschen und versackt vorliegen, im ursprünglichen stratigraphischen Verband beobachtet werden konnten.

Gliederung der pliocaenen Serie.

Wie bereits erwähnt lässt sich die pliocaene Schichtfolge auf Grund ihrer lithologischen Ausbildung in eine vorwiegend konglomeratische Formation, die wir mit der Bezeichnung *pp* (puddinghe plioceniche) versehen haben, und eine hauptsächlich pelitisch-psammitische Formation (Bezeichnung *pm* - Pliocene marino) marinen Ursprungs gliedern. In der

psephitischen Formation befinden sich an gewissen Stellen geringmächtige Lagen einer in kalkigem Zement stark verfestigten Muschelbrekzie, die keine gesonderte Formation, sondern nur eine lokale Variation der Konglomerate darstellt; wir haben sie auf der geologischen Karte mit der Signatur *pbc* (Pliocene, breccia conchiglifera) versehen.

Die gegenseitige Lagebeziehung der pliocaenen Formationen ist in den Aufschlüssen nicht absolut klar erkennbar, doch führen uns Überlegungen, die auf pp. 260-265 in einem gesonderten Kapitel angeführt sind, zur Auffassung, dass die Psephite die basalen Ablagerungen sind und die Pelite — wahrscheinlich diskordant — darüberliegen.

Die basale psephitische Formation (pp). Es handelt sich dabei um ein im Gesamtaspekt meist rot erscheinendes polymiktes Konglomerat, welches sich in unregelmässiger Wechsellagerung mit quantitativ stark zurücktretenden, oft rot gefärbten, vielfach auch grünen, gelben und gelbbraunen, nur ausnahmsweise fossilführenden Psammiten und Peliten von linsenförmiger Anordnung befindet.

In Bezug auf das heutige Meeresniveau weisen diese Konglomerate verschiedene Höhenlagen auf: im Osten des Untersuchungsgebietes liegen sie am höchsten (ca. 450 m ü. M.) und nehmen gegen Westen immer niedrigere Lagen ein, so dass sie am westlichen Rand der kartierten Gegend bereits bei Koten um 100 m ü M. anzutreffen sind.

Als Folge von praepliocaenen Verwerfungen (siehe Ausführungen über die Tektonik (pp. 257-260) liegen die Konglomerate der Formation pp nicht nur auf der die obermiocaene Serie von Baccinello abschliessenden Formation mc (obere Süsswasserkalke), sondern auch auf diversen Horizonten der stratigraphisch tiefer liegenden Formation mv; im Osten und im Nordwesten (Lokalität Granaione) transgredieren sie über Gesteine des praeneogenen Beckenuntergrundes.

Die Lagerung der Konglomerate ist nicht typisch für fluviatile Schotter; sie weist in allem eher auf Delta-Ablagerungen hin, weshalb es sich bei der Formation pp höchstwahrscheinlich um Relikte von ins Meer vorgelagerten Delta-Schüttungen handelt. Für eine Ablagerung in einem Delta sprechen auch die grosse Horizontalverbreitung der Konglomerate, ferner die allerdings nur selten angetroffenen Microfaunen litoralen Gepräges in den mit den Psephiten auftretenden feineren Lagen, sowie die im nordöstlichen Aufschlussbereich in die Konglomerate eingelagerte Muschelbrekzie pbc.

Die Komponenten weisen eine durchschnittliche Korngrösse von 3-8 cm im Durchmesser auf, doch sind auch vielfach Gerölle grösserer Aus-

masse (25-40 cm ∅) beigemengt; nur vereinzelt wurden grössere Blöcke (bis zu 1 m^3) beobachtet.

Die Geröllkomponenten bestehen aus folgenden Gesteinstypen (mit abnehmender Häufigkeit aufgezählt):

— Alberese-Kalk.

— Rosarote und hellgelbliche, feinspätige Kalke mit Lithothamnien, Bryozoen, Rotaliiden, Globigerinen, agglutinierenden Formen: u.a. Textulariiden, Muschel-und Echinodermenfragmenten, seltenen Milioliden und Lageniden.

— Hellgrüne, auch grün und rot gescheckte, meistens von einem dichten Netzwerk von sekundären Calcitvenen durchzogene Kieselkalke mit Radiolarien.

— Dunkelgrauer, Palombino-artiger Kalk mit zahlreichen planktonischen Foraminiferen, die für den Bezugshorizont dieser Komponente mittelpalaeocaen-mitteleocaenes Alter andeuten.

— Dichte, hellgelbe feinspätige Bryozoenkalke mit Rotaliiden und Resten von Balaniden.

— Hellgelber, brekziöser Kalk mit vereinzelten Echinodermentrümmern, Molluskenfragmenten und äusserst seltenen Grossforaminiferen.

— Dunkelgraue, feinkörnige polymikte Brekzie mit zahlreichen Foraminiferen: Heterosteginen, Asterocyclinen, Nummuliten, Rotaliiden, Milioliden, Chapmaninen, Amphisteginen. Daraus ergibt sich ein obereocaenes Alter (Priaboniano) und es handelt sich bei diesen Komponenten offensichtlich um Abtragungsprodukte der stellenweise im Liegenden des oligocaenen Macigno-Sandsteines auftretenden « Brecciole Nummulitiche » aus der autochthonen « Serie Toscana ».

— Grobkörniger, relativ glimmerreicher Sandstein von arkotischer Zusammensetzung mit Bryozoen und Muschelnresten, der eventuell dem Macigno entstammen könnte.

— Rosaroter, dichter Kalk mit Anhäufungen von radiär gerippten Lamellibranchiern, deren schlechter Erhaltungszustand nicht einmal eine generische Bestimmung zulässt. Eine reiche Microfauna (Tertiär-Globigerinen, Bryozoen, Rotaliiden, aufgearbeitete Globotruncanen, diverse Algen, Dentalinen, Gypsinen) hat dafür ein postuntereocaenes Alter ergeben. Das Vorkommen dieses Gesteinstypus beschränkt sich auf einen einzigen Block von 1 m^3 Grösse, der wenig südlich Pod.e del Moro in die Konglomerate eingelagert ist.

— Äusserst seltene, immer kleine, kalkige Gerölle mit Fragmenten von *Pecten*-artigen Muscheln.

— In der Gegend des Pod.e Ceppicheta wurde als Einzelstück eine calcitisch verkittete, homogene Brekzie von hellgrünen kieseligen Gesteinstrümmern (Korngrösse 1-10 mm) gefunden.

Für die mengenmässig überwiegenden Alberese-Gerölle steht eine Herkunft aus dem Komplex der Argille scagliose fest. Die übrigen Komponenten - besonders die Grossforaminiferen führenden Gerölle und die Kieselkalke - könnten der autochthonen praeneogenen « Serie Toscana » entstammen, doch besteht auch für diese die Möglichkeit einer Herkunft aus den Argille scagliose s.l., indem sie die Abtragungsprodukte von den Argille scagliose s.s. einverleibten und mit ihnen dislozierten Gesteinsmassen, die ursprünglich zur « Serie Toscana » gehört haben, darstellen könnten. (Siehe Merla, 1952, pp. 238-261).

Der Rundungsgrad der Komponenten hängt von der Härte der Gesteine, aus welchen die Komponenten bestehen, ab. Die Alberese-Kalke, die feinspätigen Kalke und die Grossforaminiferen führenden Gerölle zeigen im allgemeinen ellipsoidale, oft auch kugelige Rundung, während

die härteren Kieselkalke und die Palombino-artigen Gerölle nur kantengerundet, manchmal als eckige Trümmer vorliegen. In den kleineren Korngrössen trifft man auf vereinzelte plattige Komponenten, die vorwiegend aus Alberese- oder Kieselkalken bestehen. Meistens haben die Geröllmassen bei der Einbettung keine besondere dimensionelle Sortierung erfahren, so dass es zu einer regellosen Vermischung der verschiedensten Korngrössen gekommen ist. Die Gerölle sind vielfach von einer roten, vermutlich haematitischen Patina überzogen, wodurch Komponenten verschiedener lithologischer Natur einen ähnlichen äusseren Aspekt erhalten haben. Das Bindemittel, welches die Lücken zwischen den Geröllen füllt, häufig aber auch quantitativ stärker in den Vordergrund tritt, besteht aus meistens rot gefärbten, seltener grünen oder gelben Tonen, Mergeln oder Sanden, die auch verschiedentlich untereinander vermischt auftreten können. Vereinzelt sind in den feinkörnigeren Zwischenlagen Linsen von stark vertorftem pflanzlichen Material enthalten (Aufschluss am linken Fronsina-Ufer, 150 m NW P. 186). Im allgemeinen hat das Konglomerat nur eine sehr lockere Verfestigung erfahren, weshalb die Gerölle leicht aus dem Gestein ausbrechen können, und es auf der konglomeratischen Formation pp häufig zu Sackungen und Abspülungen gekommen ist. Einzig am Westfuss des Hügelzuges « Le Costarelle » und an den gegen Westen einfallenden Schichthängen W P. 191 sind mächtigere Lagen in kalkigem Zement zu beständigen Bänken verkittet worden.

Fossilien sind in der konglomeratischen Formation eher selten und zwar lediglich in ihrem östlich Aufschlussbereich enthalten. Neben der bereits erwähnten Muschelbrekzie, die in der Gegend W Pod.e di Poggio Miliotto und NNW P. 312 (NE Pod.e le Pigne) in die Konglomerate eingelagert ist, treten vor allem oligotypische Austernfaunen auf; einzig W P. 317 (il Poggione) fanden wir in feinkörnigen Lagen eine etwas artenreichere Fauna von Lamellibranchiern und Gastropoden. Auch das Vorkommen von angebohrten Geröllen beschränkt sich auf den östlicheren Teil des untersuchten Gebietes. Besonders schöne Exemplare von perforierten Komponenten, in welchen zum Teil sogar die Schalen der Bohrmuscheln erhalten geblieben sind, befinden sich in grösserer Anzahl an den Hängen W P. 349 (Pod.e Giardino) und SW Pod.e del Renzi, wo auch einzelne von Austernschalen besetzte Gerölle vorhanden sind. Eine näher Beschreibung der Fossilien und ihrer Fundstellen wird im Abschnitt über die pliocaenen Faunen angeführt werden.

Die in den Konglomeraten enthaltenen psammitischen und pelitischen Einlagerungen führen in der Regel keine Macrofossilien und auch Reste

von Microorganismen konnten darin nur in Ausnahmefällen festgestellt werden (siehe Foraminiferenproben 47 und 90).

Die oben aus der Gegend des Pod.e di Poggio Miliotto angeführte Muschelbrekzie besteht aus quantitativ ziemlich gleichmässig verteiltem detritischen Material von organogener und terrigener Herkunft, das in kalkigem Zement sehr stark verkittet ist. Der organogene Anteil setzt sich aus Schalentrümmern von Lamellibranchiern, Gastropoden und Echinodermen zusammen, die z.T. rekristallisiert sind und deren äusserst prekärer Erhaltungszustand eine genauere Bestimmung verunmöglicht hat. Der terrigene Anteil wird von groben, polymikten Sanden mit ziemlich häufigen feinbrekziösen, meistens hellgrünen Komponenten gebildet. Im Dünnschliff konnten neben seltenen Ostracodenschalen verschiedene Foraminiferen von litoralem Lebensbereich erkannt werden (Milioliden, Rotaliiden, Elphidien und agglutinierende Formen).

Die konglomeratische Formation pp unterscheidet sich durch verschiedene Merkmale von den in der obermiocaenen Serie enthaltenen psephitischen Lagen. Während die Grossforaminiferenführenden Komponenten und die Gerölle mit Resten von Lamellibranchiern nur in den pliocaenen Konglomeraten auftreten, konnten darin die in den grobklastischen Schichten der obermiocaenen Serie sehr zahlreich enthaltenen Sandsteingerölle von Macigno-artiger Zusammensetzung nur vereinzelt beobachtet werden. Ferner treten Kieselkalkkomponenten, die den obermiocaenen Psephiten immer in grösserer Anzahl beigemengt sind, in den Konglomeraten der Formation pp nur sehr untergeordnet auf; Hornsteintrümmer und Serpentin-Gerölle fehlen darin vollständig.

Diese ziemlich ausgeprägten Unterschiede haben auch bei verwischten Lagerungsverhältnissen und bei Abwesenheit von Fossilien eine stratigraphische Zuweisung der jeweils angetroffenen Konglomerate ermöglicht.

Die Konglomerate der Formation pp ermangeln einer eigentlichen biostratigraphischen Dokumentation, da die spärlichen in ihnen enthaltenen Faunen keine präzisen Schlüsse über das Alter zulassen. Auf Grund ihres transgressiven Charakters haben wir sie jedoch von der obermiocaenen Serie abgetrennt und in das untere Pliocaen verwiesen, wo sie das Liegende der marinen Pelite bilden, deren altersmässige Zugehörigkeit zum unteren Pliocaen durch Foraminiferen- und Molluskenfaunen eindeutig nachgewiesen werden konnte.

Die marine, pelitisch/psammitische Formation (pm). Die pliocaene Serie setzt sich gegen oben mit marinen, stark Micro-und Macrofossilien führenden Sedimenten von pelitisch/psammitischer Natur fort, welche die

Konglomerate der Formation pp, allerdings nicht immer deutlich erkennbar, transgressiv überlagern. Es handelt sich dabei um eine ziemlich eintönige Abfolge von graublauen bis aschgrauen, meistens gelblichbraun verwitternden Peliten mit wechselndem Karbonatgehalt (0 - ca. 25 %), an welchem fast immer ein geringer dolomitischer Anteil beiteiligt ist (maximal 5 %) (1). Ausserdem enthalten diese Tone vielfach auch eine psammitische Fraktion, die aber nur in den tieferen, unmittelbar auf die Konglomerate folgenden Schichten der Formation pm in Form von gelben, sandigen Linsen stärker in Erscheinung tritt. Ferner führen die marinen Tone immer ziemlich häufigen Gips in feinen, isolierten Kristallen, die in gewissen Lagen stärker angereichert sein können und ein zeitweise hyperhalines Ablagerungsmilieu andeuten. An ein paar wenigen Orten sind in die Pelite geringmächtige (50 cm), stärker verhärtete Bänke eines sehr feinkörnigen, schwach mergeligen Dolomits eingelagert, die ebenfalls eine linsenförmige räumliche Anordnung aufweisen. Da sich alle Vorkommen dieser Dolomitlinsen in bebautem Ackerland befinden, sind ihre Aufschlüsse in den meisten Fällen von den Pflugscharen zerstört worden; einzig ca. 800 m südlich Lokalität Granaione streichen sie an den Böschungen eines Bächleins einigermassen ungestört an die Oberfläche aus. Im Gegensatz zu den Tonen, die sich durch grossen Fossilreichtum auszeichnen, konnten in den dolomitischen Zwischenlagen nur ganz vereinzelte und zudem fragliche Echinodermenfragmente beobachtet werden.

Die Sedimente der Formation pm stellen abgesehen von den quartären Bildungen die jüngsten Ablagerungen in unserem Untersuchungsgebiet dar. Weiter im Westen (ca. 2 km vom westlichen Rand des untersuchten Gebietes entfernt) folgt über den Peliten der Formation pm eine sandige Formation litoraler bis kontinentaler Facies, die ihrerseits von Konglomeraten überlagert wird. Auf stratigraphische und micropaläontologische Einzelheiten dieser sandigen Formation wird bei der Beschreibung der in der Tongrube ESE Ten.ta la Sticcianese zu Tage tretenden Schichtfolge eingegangen werden (siehe pp. 235-236).

Die pliocaenen Faunen.

Zur Festlegung des Alters der marinen Sedimente war es notwendig, die darin enthaltenen Macro-und Microfaunen einer eingehenden Untersuchung zu unterziehen. Wir möchten an dieser Stelle Herrn Dr. h.c. F.

---

(1) Bestimmung des Karbonatgehalts nach der Methode der komplexonometrischen Titration von Schwarzenbach (1959).

Woltersdorf, der uns die Bestimmung der marinen Mollusken abgenommen hat, erneut unseren herzlichsten Dank aussprechen.

Macrofaunen. Fossile Mollusken sind in mehr oder weniger grosser Anzahl im ganzen Aufschlussbereich der marinen Sedimente vorhanden. Infolge der fast vollständigen und zum Teil schon etliche Zeit andauernden landwirtschaftlichen Bebauung des von den marinen Ablagerungen eingenommenen Gebietes findet man jedoch nur verhältnismässig selten Formen, deren Erhaltungszustand eine genauere Bestimmung zulässt. Im Folgenden werden deshalb nur jene Lokalitäten berücksichtigt, die Assoziationen von bestimmbaren Fossilien geliefert haben. Eine tabellarische Zusammenstellung gibt über die Verteilung der einzelnen Arten auf die verschiedenen Lokalitäten Auskunft (Tab. 1).

Beschreibung der Fossilfundstellen:

100 *m NNE Pod.e la Crocina.* Diese Fauna wurde ca. 100 m NNE des Pod.e la Crocina entlang der inneren Böschung des Hohlweges, der in nordöstlicher Richtung zum Pod.e la Locca führt, und in den angrenzenden Feldern in graublauen bis gelblichbraunen, mehr oder weniger sandigen, mergeligen Tonen aufgesammelt. Besonders Vertreter der Gattungen *Antigona* und *Amiantis* treten in den Äckern mit grosser Häufigkeit auf und sind meistens mit einem harten, stark limonitisierten, mergeligen Steinkern versehen. An der Böschung des Hohlweges kommen hingegen hauptsächlich Austernschalen und grossenteils schlecht erhaltene, teilweise zu Schillagen angereicherte kleinere Formen vor. Die diese Fauna enthaltenden Sedimente befinden sich ziemlich an der Basis der marinen Schichtfolge und überlagern die nur wenig tiefer liegenden transgressiven Konglomerate mit angebohrten Geröllen der Formation pp.

250 *m NNW Pod.e la Crocina.* Im NW des Pod.e la Crocina wurden auf den sanft gegen den Oberlauf des Fosso Fronsina einfallenden Abhängen an verschiedenen Stellen Fragmente von stark zerstörten marinen Mollusken gefunden. Ca. zwischen Kote 250 und 275 konnten in unmittelbarer Nähe einer Eichen-Gruppe einige besser erhaltene Exemplare von *Panopaea faujasi* ssp. und *Panopaea* sp. aufgesammelt werden. Die Neigung des Geländes entspricht hier ungefähr dem Einfallen der Schichten, so dass es sich beiläufig un dasselbe Niveau wie bei Fauna N. 1 handeln dürfte.

500 *m SW Pod.e di Poggio Tesoro.* Ca. 500 m SW des Pod.e di Poggio Tesoro stehen an der nördlichen Böschung desselben Weges, an welchem die erste beschriebene Fauna aufgesammelt wurde, gelbe, mergelige Sande

und vereinzelte brekziöse Komponenten führende Konglomerate an, in denen zahlreiche Austernschalen enthalten sind, die auch im darunterliegenden Feld in einem Umkreis von ca. 100 m sehr häufig vorkommen. Auch hier handelt es sich um einen sehr basalen Horizont der Konglomerate. Diese ausschliesslich aus Ostreen bestehende Fauna weist auf brackisch beeinflusstes, sicher grösseren Salinitätsschwankungen unterworfenes Ablagerungsmilieu hin.

150 *m SE Pod.e Giardino.* Eine sehr gut erhaltene und ziemlich artenreiche Fauna konnte in einem Feld ca. 150 m SE P. 349 (Pod.e Giardino) in gelben, stark sandigen, mergeligen Tonen aufgesammelt werden. Neben zahlreichen Vertretern der Gattungen *Conus* und *Strombus* treten hier besonders Turritellen sowie häufige zu den Gattungen *Glycymeris* und *Callista* gehörende Formen auf, die durch ausnehmend grosse Dimensionen und beträchtliche Schalendicke gekennzeichnet sind. Dies lässt auf äusserst günstige Umweltsbedingungen schliessen. Eine nur sehr geringmächtige Lage von Konglomeraten mit angebohrten Geröllen trennt dieses Niveau von den obermiocaenen Süsswasserkalken, deren obere Partie in einer Entfernung von ca. 75 m längs des zum Pod.e la Cava führenden Weges aufgeschlossen ist. Es ist an dieser Stelle nicht sicher zu entnehmen, ob es sich bei diesen Fossilführenden Tonen um eine Einlagerung in die Konglomerate der Formation pp oder um ein von der Erosion verschontes Relikt der Formation pm handelt.

400 *m WSW Pod.e del Renzi.* Eine weitere artenreiche Fauna wurde in aschgrauen, schwach sandigen Tonen im Graben 450 m WSW Pod.e del Renzi angetroffen. Dort, wo der bei P. 162 in den Fosso Sansola mündende Graben nach Norden umbiegt, führen die Sedimente eine besonders reiche Fauna, in welcher Vertreter der Gattungen *Natica* absolut vorherrschend sind. Daneben treten auch Turritellen, Dentalien, und Austern mit einer gewissen Häufigkeit auf; an der Basis des Aufschlusses sind im Bett des Grabens stärker verhärtete Bänke mit zahlreichen Abdrücken von *Cardium (Cerastoderma) bianconianum* Cocconi freigelegt worden. Auch dieser Horizont liegt nur wenig über den transgressiven Konglomeraten; diese erreichen hier allerdings eine wesentlich grössere Mächtigkeit als in der Gegend der Bauernhöfe La Crocina und Giardino.

Im Widerspruch zu microfaunistischen Daten (siehe Microprobe K 12742), die litoralen bis lagunären Ablagerungsbereich andeuten, sind in dieser Fauna einige tieferes Milieu bevorzugende Formen zugegen (*Dentalium inaequale* (Bronn), *Dentalium sexangulum acutangulare* Cocconi,

Cardium (*Ringicardium*) *hians* Brocchi und *Antigona* (*Ventricolaria*) *multilamella* (Lamarck).

500 *m ESE Pod.e del Renzi.* Ca. 350 m NE P. 220 wurden längs des Weges, der entlang des Aquäduktes zum Pod.e di Poggio Miliotto führt, in unmittelbar auf die Konglomerate der Formation pp folgenden und stark von der Erosion angegriffenen, sandigen, mergeligen Tonen einige gute Exemplare von marinen Mollusken, vor allem von Gastropoden, gefunden. Von besonderer chronostratigraphischer Bedeutung sind die Arten *Murex conglobatus* Lamarck und *Strombus coronatus* (Defrance), die beide für Pliocaen charakteristisch sind.

500 *m SW Pod.e Camposasso.* Durch den Bau einer befahrbaren Verbindung zwischen den Hauptstrassen Grosseto-Baccinello und Grosseto-Cinigiano wurde in den marinen Ablagerungen eine Reihe von frischen Aufschlüssen geschaffen, die sich besonders in der Gegend des Pod.e Camposasso — südlich und unmittelbar nördlich der neuen Brücke über den Fosso Sansola — als sehr fossilreich erwiesen haben. Die Fossilien sind hier in graublauen, schwach sandigen, z.T. mergeligen Tonen, die mit gelben, mergeligen Sanden alternieren, enthalten und in bis zu Meter mächtigen Lagen angereichert. Wie bei der von 400 m WSW Pod.e del Renzi beschriebenen Lokalität überwiegen auch hier die Vertreter der Gattung *Natica*; daneben treten vor allem im Bereich südlich der Brücke über den Fosso Sansola die Arten *Antigona* (*Ventricolaria*) *multilamella* (Lamarck) und *Dentalium inaequale* (Bronn) in grosser Anzahl auf. In Analogie zu den bisher beschriebenen Fundstellen befinden sich die fossilführenden Sedimente nur wenig oberhalb der konglomeratischen Schichten der Formation pp.

750 *m W Pod.e Camposasso.* Erwähnenswert ist infolge des Auftretens von zahlreichen und gut erhaltenen Exemplaren von *Murex conglobatus pecchiolianus* Sacco und *Dentalium sexangulum* Schroeter eine Fundstelle in etwas stärker sandigen, mergeligen Tonen, die ca. 350 m NNW der Brücke über den Fosso Sansola liegt. Daneben treten Fragmente von *Antigona*, *Natica* und Ostreiden auf.

500 *m NNE Pod.e il Coppaio.* Auch längs der neuen Strasse NE Pod.e il Coppaio und in den anliegenden Feldern sind häufige marine Fossilien zugegen, meistens aber nur in sehr prekärem Erhaltungszustand. Die einzigen einigermassen intakten und mit Sicherheit bestimmbaren Formen wurden in unmittelbar auf die konglomeratische Serie folgenden, schwach

sandigen, mergeligen Tonen ca. 75 m SW der Brücke über den Fosso Taffone aufgesammelt.

250 *m SW Pod.e il Poggione.* Eine durch das Auftreten von häufigen Cerithien charakterisierte Fauna stammt aus den Konglomeraten, die an den südwestlichen Hängen des sogenannten Poggione (P. 317) anstehen. Es ist dies die einzige Fundstelle, wo ausser Austern Fossilien in gutem Erhaltungszustand in der konglomeratischen Formation pp enthalten sind. In Übereinstimmung zu microfaunistischen Angaben (siehe Microprobe 90) bestätigt die Praedominanz der Cerithien den ausgesprochen litoralen Charakter der Ablagerungen.

Stratigraphische Bemerkungen zu den Molluskenfaunen. Obwohl nur etwas mehr als ein Viertel der bestimmten Formen stratigraphische Schlüsse zulässt, steht mit Ausnahme der Faunen NNE Pod.e il Coppaio und SW Pod.e il Poggione, die banale oder nur schlecht erhaltene Formen führen, für alle übrigen Assoziationen von Mollusken pliocaenes Alter fest, welches bei den Faunen SW Pod.e Camposasso und WSW Pod.e del Renzi auf Grund des Auftretens von *Natica epiglottina pseudoepiglottina* (Sismonda) und *Dentalium inaequale* (Bronn) noch weiter auf Unterpliocaen eingeschränkt werden kann (Piacenziano s.l.).

Massgebend für eine Zuweisung zum Pliocaen ist das Auftreten folgender Arten, die allgemein als charakteristisch für diese Abteilung betrachtet werden, obwohl sie auch vereinzelt im Miocaen oder in postpliocaenen Ablagerungen gefunden werden:

Amiantis gigas (Lamarck)
Anadara diluvii subantiquata (d'Orbigny)
Antigona (Ventricolaria) mutilamella (Lamarck)
Apolymetis lacunosa (Chemnitz)
Callista italica (Defrance)
Cardium (Cerastoderma) bianconianum Cocconi
Cardium (Ringicardium) hians Brocchi
Megaxinus bellardianus Mayer-Eymar
Ostrea (Ostrea) edulis Linné und deren Subspezies
Panopaea faujasi (Menard)
Dentalium inaequale (Bronn)
Dentalium sexangulum Schroeter
Aporrhais uttingerianus percarinatus (Linné)
Murex torularius Lamarck
Natica epiglottina pseudoepiglottina (Sismonda)
Nassa (Amyclina) semistriata (Brocchi)
Neverita josephinia Risso
Semicassis laevigata striata (Defrance)
Strombus coronatus Defrance
Turritella subvaricosa Sacco
Turritella vermicularis (Brocchi)

Davon gelten als ganz besonders typisch für pliocaenes Alter:

Amiantis gigas (Lamarck)
Callista italica (Defrance)
Cardium (Ringicardium) hians Brocchi
Ostrea (Ostrea) edulis Linné und deren Subspezies
Murex torularius Lamarck
Natica epiglottina pseudoepiglottina (Sismonda)
Strombus coronatus Defrance
Turritella subvaricosa Sacco

Neben einigen Formen, die das Calabriano nicht überdauern (*Cardium (Cerastoderma) bianconianum* Cocconi, *Megaxinus bellardianus* Mayer-Eymar, *Panopaea faujasi* (Menard), *Dentalium sexangulum* Schroeter und *Turritella vermicularis* (Brocchi)), sind verschiedene der zitierten Arten mit dem Pliocaen ausgestorben oder noch zu praequartären Zeiten aus dem Mittelmeergebiet ausgewandert, weshalb ein postpliocaenes Alter mit Sicherheit ausgeschlossen werden kann; es sind dies:

Apolymetis lacunosa (Chemnitz)
Dentalium inaequale (Bronn)
Murex torularius Lamarck
Natica epiglottina pseudoepiglottina (Sismonda)
Strombus coronatus Defrance
Turritella subvaricosa Sacco

Da von diesen Arten *Dentalium inaequale* (Bronn) bereits im Unterpliocaen ausstirbt und *Natica epiglottina pseudoepiglottina* (Sismonda) für diese Unterabteilung höchst charakteristisch ist, kann — wie bereits erwähnt — für die Fundstellen WSW Pod.e del Renzi und SW Pod.e Camposasso nur unterpliocaenes Alter in Frage kommen. Aus der stratigraphischen Lage der übrigen Macrofossilien-führenden Lokalitäten, die in voller Analogie zu obigen Fundstellen nur in geringem vertikalen Abstand über der konglomeratischen Formation pp liegen (die Fauna SW Pod.e il Poggione ist in diese eingelagert), ergibt sich mit grösster Wahrscheinlichkeit für alle in den Formationen pm und pp enthaltenen Faunen ein unterpliocaenes Alter.

Die beträchtlichen Abweichungen in der Zusammensetzung der einzelnen Faunen — hier oligotypische Austernfaunen, dort artenreiche Assoziationen von stenohalinen Formen — dürften nicht auf altersmässige, sondern auf facielle Unterschiede zurückzuführen sein. Da sich bei einer marinen Transgression über ein ausgeprägtes, praeexistentes Relief die verschiedensten Faciesbereiche auf relativ engem Raum nebeneinander einstellen können, ist es durchaus möglich, dass vollkommen anders geartete Faunen in geringem Abstand voneinander gleichzeitig existiert haben können.

Microfaunen. Nicht nur die Frage nach dem Alter und dem Ablagerungsbereich der marinen Sedimente, sondern auch ihre manchmal sehr ausgeprägte lithologische Ähnlichkeit zu den obermiocaenen Ablagerungen haben uns veranlasst, eine Reihe von Gesteinsproben auf ihren microfaunistischen Inhalt zu prüfen. Bei Aufschlüssen von Schichten, die einer Charakterisierung durch Macrofossilien entbehren, war es in vielen Fällen nur auf Grund der micropaläontologischen Untersuchungen möglich, eine stratigraphische Identifizierung vorzunehmen.

Die Microfauna der Tongrube 1 km ESE Ten.ta della Sticcianese. Da die marinen Sedimente fast nur Microfaunen geliefert haben, die auf Grund ihres niedrigen Plankton/Benthos - Verhältnisses auf geringe Ablagerungstiefe (20-100 m) hinweisen und deshalb nur in beschränktem Masse altersbestimmende Formen enthalten, war es notwendig, ausserhalb des Untersuchungsgebietes in der Formation pm nach Schichten Ausschau zu halten, die bessere - d.h. für eine Altersbestimmung geeignetere - Faunen beherbergen. Eine derartigen Anforderungen genügende Assoziation von Foraminiferen fand sich in den höheren Einheiten der Formation pm, die ESE Ten.ta della Sticcianese (ca. 3 km westlich des bearbeiteten Gebietes) in einer Tongrube sehr gut exponiert sind und zudem auch eine altersmässig höchst charakteristische Macrofauna führen. Die dort angetroffenen Sedimente fallen nur sehr schwach gegen SW ein und dürften nicht mehr als etwa 125-150 m höher im Profil liegen als die marinen Pelite am westlichsten Rand des untersuchten Gebietes. Vor der Behandlung der Faunen seien die in der Tongrube ausstreichenden Schichten anhand eines im Sommer 1964 aufgenommenen stratigraphischen Profils kurz skizziert, welches auch der Beschreibung der auf die Formation pm folgenden Sande und Konglomerate dienen soll, die innert der Grenzen des Untersuchungsgebietes nirgends vorhanden sind.

Vom Liegenden ins Hangende konnte folgende Abfolge von Schichten beobachtet werden (siehe Fig. 25):

130 a-130 Blaugraue bis gelblichbraune, schwach mergelige Tone. Reiche Microfauna (siehe p. 238), häufige Molluskenschalen in den basalen Schichten. In Klüften und Spalten befinden sich häufig Gipskristalle, die bis mehrere mm gross sein können und vielfach mit Limonit überzogen oder in diesen eingebettet sind. Besonders in den oberen abgebauten Niveaux tritt Limonit in diffus verstreuten, eigenartigen stengeligen Gebilden auf, die bis einige dm Länge erreichen können und nur zum Teil Füllungen von Mollusken (meistens Gastropoden) darstellen. Die Schalen derselben sind äusserst fragil und zerspringen beim Herausschlagen aus dem Gestein, so dass auf eine Aufsammlung dieser Fossilien verzichtet werden musste.

131 Tone wie 130. Unmittelbar unter dem Kontakt mit den darüberfolgenden Sanden sind bis mehrere cm grosse, vorwiegend aus lockerem, kreidigen Kalk bestehende Konkretionen eingelagert.

132-133 Helle, feine, locker gelagerte Sande mit diffus verstreuten grobpsammitischen Gemengteilen; der Sand ist so gut wie Calcit-frei und setzt sich hauptsächlich aus eckigen, seltener kantengerundeten Quarz- und untergeordneten Feldspatkörnern zusammen. Die mittlere Korngrösse beläuft sich um 0,2 mm.
Im unteren Teil dieses Horizontes (Probe 132) treten nur äusserst spärliche, möglicherweise aus den liegenden Tonen aufgearbeitete Foraminiferen auf. Etwas weiter oben (Probe 133) führen die Sande eine etwas reichere Microfauna, in der hauptsächlich litorale Formen (*Ammonia beccarii* ssp., ssp., *Elphidium crispum* (Linné), *Elphidium* sp., *Cibicides lobatulus* (Walker & Jacob) vorkommen und auch planktonische Arten (*Globigerina* sp. sp., *Orbulina universa*) ziemlich häufig vertreten sind.

134 Weissgrauer, durch Limonitüberzüge auf den Körnern gelbbraun gefärbter Quarzsand, teils in lockerer Lagerung, teils kalkig zementiert. Die im Mittel ca. 0,2 mm grossen Körner sind eckig bis kantengerundet. Auffallend sind nicht allzu selten

auftretende Zirkonnadeln. Neben Bruchstücken von Austern und anderen nicht näher bestimmbaren Mollusken- und Echinodermenfragmenten treten darin ziemlich häufige Foraminiferen und Ostracoden auf. Die Foraminiferen weisen vorwiegend auf litoralen Ablagerungsbereich hin.

135 Gelber, ziemlich stark verfestigter, feiner Sand, der neben eckigen bis kantengerundeten Quarzkörnern zahlreiche karbonatische Komponenten führt. Mittlere Korngrösse 0,15-0,2 mm.

136 Graugrünliche, gelbbraun gefleckte, sandige ungeschichtete Tone mit vereinzelten Foraminiferen. Die sandige Fraktion besteht zu 75% aus vorwiegend eckigen Quarzkörnern, den restlichen Anteil bilden Feldspat- und Calcitkörner. Vereinzelt Glaukonit. Limonit in knolliger Ausbidung. Ostracoden. Mittlere Korngrösse der sandigen Fraktion 0,2-0,3 mm.

137 Sehr quarzreicher, nur teilweise zementierter Sand feinen Korns (0,5-0,1 mm), der stark mit Fe-oxydischem Material durchsetzt ist.

138 Grauschwarze Tone, stark mit feinstem lignitischen Material vermischt, mit sehr schwach mergeligen, graugrünlichen Tonen alternierend. Steril.

139 Hellgelber, feiner Sand, vorwiegend aus kantengerundeten Quarz-und Feldspatkörnern zusammengesetzt, die Korngrössen von 0,05-0,2 mm aufweisen. Untergeordnet treten darin calcitische Komponenten auf. Limonit als Überzug der Komponenten und in knolligen Gebilden. Äusserst seltene Foraminiferen (u.a. *Ammonia beccarii* ssp.).

140 Dunkle, kohlige Tone mit Fliesserscheinungen.

141 Sand, ähnlich 139, auch gröbere Körner führend und einen etwas höheren karbonatischen Anteil aufweisend. Fossilleer.

142 Feiner (Komponenten 0,1-0,2 mm gross), hauptsächlich Quarz, daneben Feldspat und Calcit führender, ganz schwach mergeliger Sand, dessen Komponenten vielfach mit limonitischen Umkrustungen versehen sind. Fossilleer.

Die Kappe des Hügels (P. 124), an dessen NE Abhang die Tongrube ausgehoben wurde, wird von einem mittelgroben Konglomerat eingenommen, das sich durch seine Komponenten in keiner Weise von den transgressiven Konglomeraten im Gebiet von Baccinello unterscheidet. Die schlechten Aufschlussverhältnisse im oberen Teil der Grube erlauben keine Aussage über die Lagerung dieses Konglomerats in Bezug auf die liegenden Schichten; es ist aber durchaus möglich, dass dieses Konglomerat transgressiven Charakter hat und eine neue marine Episode nach der durch die Schichten 138 und 140 angezeigten Aussüssung einleitet.

Da im oben beschriebenen Schichtkomplex nirgends ausgeprägte Bänke mit deutlichen Schichtflächen beobachtet werden können, kann die Orientierung der Schichten nur approximativ angegeben werde. Es scheint ein sehr schwaches Einfallen gegen SW vorhanden zu sein.

Die bereits erwähnte Molluskenfauna aus den unteren abgebauten Schichten setzt sich nur aus ein paar wenigen Arten zusammen; am häufigsten tritt *Gryphaea* (*Pycnodonta*) *cochlear navicularis* Brocchi, *Gryphaea* (*Pycnodonta*) *hennei* (Nyst) und andere nicht näher bestimmbare Austern auf, während Reste von *Amussium cristatum* (Bronn) und *Amussium* sp. eher selten aufgefunden wurden. Von grosser stratigraphischer Wichtigkeit ist die Vergesellschaftung von *Gryphaea* (*Pycnodonta*) *co-*

chlear navicularis mit *Amussium cristatum*, da sie bisher in der Toskana nur in unterpliocaenen Sedimenten angetroffen wurde.

Zur micropaläontologischen Untersuchung wurden in verschiedenen Niveaux der tonigen Partie der Grube Gesteinsproben entnommen, die alle nahezu identische Faunen geliefert haben. Der Schlämmrückstand ergab

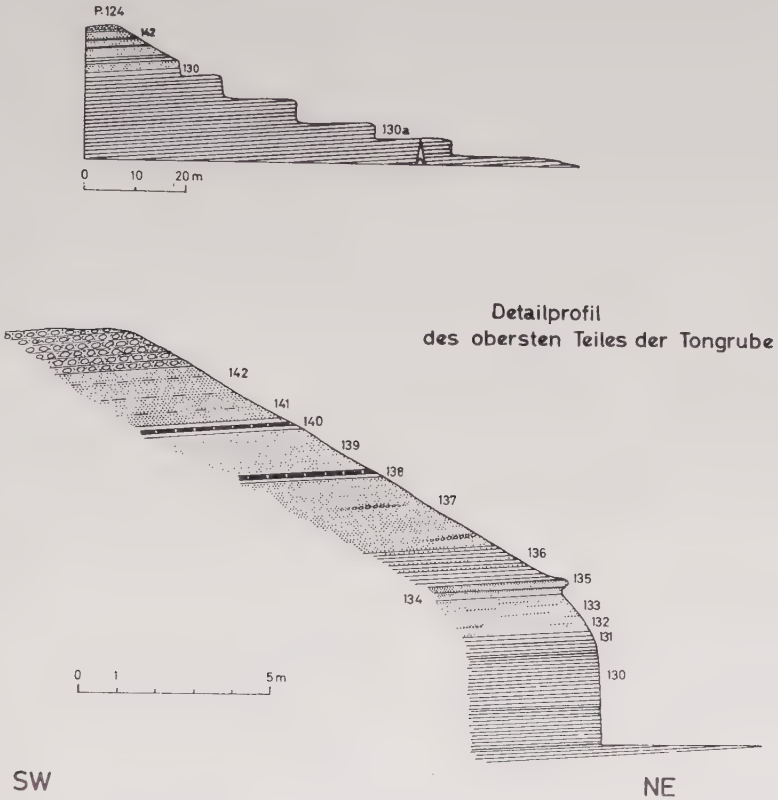


Fig. 25 - Schematisches Profil durch die Tongrube 1 km ESE Ten.ta della Sticcianese (Stand Sommer 1964).

fast ausschliesslich organogenes Material, wobei abgesehen von spärlichen Ostracodenklappen (1), Fragmenten von Ostreiden und ziemlich häufigen Seeigelstacheln der gesamte organische Rückstand aus Foraminiferenschalen in ausgezeichnetem Erhaltungszustand besteht.

(1) Herrn Dr. G. Lüttig und Frau Dr. B. Moos verdanke ich die Bestimmung von folgenden Formen: *Krithe* sp. (möglicherweise auch zu *Parakrithe* v.d. Bold gehörig), *Occultocythereis* sp., *Pterygocythereis* sp., *Echinocythereis* cf. *asperrima*.

Der geringe anorganische Anteil der untersuchten Proben setzt sich aus relativ zahlreichen Eisenooide-führenden Partikeln, Glimmerplättchen, vereinzelten, zumeist nur schlecht gerundeten Quarzkörnern sowie sehr seltenen Glaukonitkörnern zusammen.

Es konnten folgende Arten bestimmt werden:

Textularia sp. sp.
Bigenerina nodosaria d'Orbigny
Dorothia gibbosa (d'Orbigny)
Martinottiella communis (d'Orbigny)
Sigmoilina celata (Costa)
Sigmoilina tenuis (Czjzek)
Robulus calcar (Linné)
Robulus cf. *cultratus* Montfort
Robulus echinatus (d'Orbigny)
Robulus inornatus (d'Orbigny)
Robulus similis (d'Orbigny)
Robulus vortex (Fichtel & Moll)
Lenticulina (?) *discoidalis* (Costa)
Marginulina costata (Batsch)
Saracenaria italica Defrance
Vaginulina legumen elegans d'Orbigny
Vaginulina striatissima Schrodt
Dentalina communis (d'Orbigny)
Dentalina sp.
Nodosaria pentecostata Costa
Nodosaria simplex Silvestri
Lagena clavata (d'Orbigny)
Lagena ebensbergeri Christodoulou
Lagena squamosa (Montagu)
Lagena sp.
Amphicoryna scalaris (Batsch)
Amphicoryna sublineata (Brady)
Dimorphina tuberosa d'Orbigny
Glandulina laevigata d'Orbigny
Nonion cf. *commune* (d'Orbigny)
Nonion depressulum (Walker & Jacob)
Nonion padanum Perconig
Nonion soldanii (d'Orbigny)
Astrononion stelligerum (d'Orbigny)
Nonionella turgida (Williamson)
Elphidium crispum (Linné)
Plectofrondicularia inaequalis denticulata (Silvestri A.)
Plectofrondicularia raricosta (Karrer)
Orthomorphina tenuicostata (Costa)
Bulimina aculeata minima Tedeschi & Zanmatti
Bulimina buchiana d'Orbigny
Bulimina elongata lappa Cushman & Parker
Bulimina elongata subulata Cushman & Parker
Bulimina gibba Fornasini
Bulimina inflata Seguenza
Bulimina ovata d'Orbigny
Bulimina pupoides d'Orbigny
Bulimina sp.
Virgulina schreibersiana Czjzek
Bolivina alata Seguenza
Bolivina aenariensis (Costa)
Bolivina aff. *beyrichi* Reuss
Bolivina dilatata Reuss
Bolivina aff. *dilatata* Reuss
Bolivina italica Cushman
Bolivina aff. *jriensis* Tedeschi
Bolivina leonardii Accordi & Selmi
Bolivina placentina Zanmatti
Bolivina pseudoplicata Heron-Allen & Earland
Bolivina punctata d'Orbigny
Bolivina spathulata (Williamson)
Bolivina aff. *spathulata* (Williamson)
Uvigerina peregrina Cushman
Uvigerina pygmaea d'Orbigny
Uvigerina rutila Cushman & Todd
Rectuvigerina siphogenerinoides (Lipparini)
Hopkinsina bononiensis (Fornasini)
Angulogerina angulosa (Williamson)
Trifarina bradyi Cushman
Stilostomella monilis (Silvestri)
Stilostomella monilis laevigata (Silvestri)
Rosalina isabelleana d'Orbigny
Discorbis floridana Cushman
Valvulineria bradyana (Fornasini)
Gyroidina soldanii (d'Orbigny)
Gyroidina aff. *soldanii* (d'Orbigny)
Eponides frigidus Cushman
Eponides praecinctus (Karrer)
Eponides umbonatus stellatus (Silvestri)
Ammonia beccarii (Linné)
Ammonia beccarii inflata (Seguenza)
Siphonina planoconvexa (Silvestri)
Siphonina reticulata (Czjzek)
Cancris auriculus (Fichtel & Moll)
Cancris oblongus (Williamson)
Epistominella carinata (d'Orbigny)
Cymbaloporetta squammosa (d'Orbigny)
Cassidulina laevigata carinata Silvestri
Cassidulina subglobosa Brady
Ehrenbergina bradyi Cushman
Pullenia bulloides d'Orbigny
Pullenia quadriloba (Reuss)
Anomalina ammonoides (Reuss)
Anomalina cf. *grosserugosa* (Guembel)

Anomalina helicina (Costa)
Planulina ariminensis (d'Orbigny)
Cibicides bellincionii Giannini & Tavani
Cibicides boueanus (d'Orbigny)
Cibicides lobatulus (Walker & Jacob)
Cibicides pseudoungerianus (Cushman)
Cibicides ungerianus (d'Orbigny)
Globigerina apertura Cushman
Globigerina bulloides d'Orbigny
Globigerina foliata Bolli
Globigerina aff. *foliata* Bolli
Globigerina quadrilatera Galloway & Wissler
Globigerina quinqueloba Natland
Globigerinoides elongata (d'Orbigny)
Globigerinoides cf. *elongata* (d'Orbigny)
Globigerinoides helicina (d'Orbigny)
Globigerinoides obliqua Bolli
Globigerinoides obliqua extrema Bolli & Bermudez
Globigerinoides rubra (d'Orbigny)
Globigerinoides triloba triloba (Reuss)
Globigerinoides cf. *triloba altiapertura* Bolli
Globigerinoides triloba immatura Le Roy
Globigerinoides triloba sacculifera (Brady)
Hastigerina siphonifera (d'Orbigny)
Orbulina suturalis Bronnimann
Orbulina universa d'Orbigny
Globorotalia hirsuta (d'Orbigny)
Globorotalia margaritae Bolli & Bermudez
Globorotalia puncticulata (Deshayes)
Globorotalia pseudopachyderma Cita, Premoli-Silva & Rossi
Globorotalia scitula (Brady)
Globoquadrina altispira Cushman & Jarvis

Der planktonische Anteil der Fauna entspricht ca. 45 % der gesamten Fauna, davon gehören ca 40 % der Formen zur Familie der *Globigerinidae*, unter welcher auch die Gattung *Globigerinoides* sehr häufig auftritt, und 5 % zur Familie der *Globorotaliidae*, die hauptsächlich durch die Art *Globorotalia puncticulata* (Deshayes) vertreten ist.

Im benthonischen Anteil der Fauna ist die Familie der *Buliminidae* mit 30 % weitaus am häufigsten; es folgen *Anomalinidae* mit 8,4 %, *Lagenidae* 6 %, *Rotaliidae* 2,6 %, *Chilostomellidae* 1,6 %, *Cassidulinidae* 1,2 %, *Miliolidae*, *Polymorphinidae*, *Nonionidae*, *Heterohelicidae*, *Cymbaloporidae* mit je 0,8 %, *Textulariidae* und *Valvulinidae* je 0,6 %.

Stratigraphische Bemerkungen (siehe auch Tabelle über stratigraphische Verbreitung der wichtigsten Formen; Tab. 2). Auf Grund der bestimmten Arten ergibt sich für die Sedimente der Tongrube ESE Ten.ta della Sticcianese auch in micropaläontologischer Hinsicht mit Sicherheit unterpliocaenes Alter.

Dafür spricht der grosse Anteil von Formen, die obwohl sie eine ziemlich weitläufige Verbreitung aufweisen, doch in Italien am häufigsten im Unterpliocaen auftreten. Dazu gehören folgende Arten:

Dorothia gibbosa (d'Orbigny)
Martinottiella communis (d'Orbigny)
Robulus calcar (Linné)
Robulus echinatus (d'Orbigny)
Robulus inornatus (d'Orbigny)
Robulus vortex (Fichtel & Moll)
Marginulina costata (Batsch)
Saracenaria italica Defrance
Vaginulina legumen elegans d'Orbigny
Nodosaria pentecostata Costa
Amphicoryna scalaris (Batsch)
Dimorphina tuberosa d'Orbigny
Nonionella turgida (Williamson)
Bulimina elongata lappa Cushman & Parker
Bulimina elongata subulata Cushman & Parker
Bolivina italica Cushman
Bolivina pseudoplicata Heron-Allen & Earland
Uvigerina pygmaea d'Orbigny
Uvigerina rutila Cushman & Todd
Hopkinsina bononiensis (Fornasini)
Trifarina bradyi Cushman

Stilostomella monilis (Silvestri)
Stilostomella monilis laevigata (Silvestri)
Rosalina isabelleana d'Orbigny
Gyroidina soldanii (d'Orbigny)
Eponides praecinctus (Karrer)
Epistominella carinata (d'Orbigny)
Siphonina planoconvexa (Silvestri)
Siphonina reticulata (Czjzek)
Cassidulina subglobosa Brady
Cancris auriculus (Fichtel & Moll)
Pullenia bulloides (d'Orbigny)
Cibicides bellincionii Giannini & Tavani
Cibicides ungerianus (d'Orbigny)
Anomalina cf. *grosserugosa* (Guembel)
Globorotalia hirsuta (d'Orbigny)
Globorotalia puncticulata (Deshayes)

Bedeutsam sind aber vor allem jene Arten, die ausschliesslich aus dem Unterpliocaen bekannt sind:

Vaginulina striatissima Schrodt
Plectofrondicularia inaequalis denticulata (Silvestri A.)
Bolivina placentina Zanmatti

Formen, die im Unterpliocaen austerben, schliessen ein jüngeres Alter als Unterpliocaen für die Tone von « La Sticcianese » aus. Als solche gelten:

Vaginulina legumen elegans d'Orbigny
Vaginulina striatissima Schrodt
Plectofrondicularia inaequalis denticulata (Silvestri A.)
Bolivina placentina Zanmatti
Nonion soldanii (d'Orbigny)
Uvigerina rutila Cushman & Todd

Jene Arten, deren stärkste Verbreitung in das Oberpliocaen und manchmal auch ins Quartär fällt, verleihen der Fauna eine etwas jüngere Note:

Bolivina alata Seguenza
Angulogerina angulosa (Williamson)
Valvulineria bradyana (Fornasini)
Cassidulina laevigata carinata Silvestri
Cibicides lobatulus (Walker & Jacob)
Globigerinoides elongata (d'Orbigny)

Erwähnenswert ist das Auftreten der Art *Globorotalia puncticulata* (Deshayes) die als bezeichnend für Unterpliocaen und besonders für dessen obere Partie betrachtet wird. Nach Iaccarino (1963) kommt *Globorotalia puncticulata* in der Gegend von Parma nur im oberen Unterpliocaen vor und sie benennt nach ihr die entsprechende Biozone.

Für ein unterpliocaenes Alter der Foraminiferen-Fauna von « La Sticcianese » spricht auch die Tatsache, dass mit Ausnahme der Art *Rectuvigerina siphogenerinoides* (Lipparini), Formen, die eine Einstufung ins Obermiocaen (Messiniano) zuliessen, fehlen oder nur in geringer Anzahl vertreten sind. Auch sind die durch die besonderen faciellen Verhältnisse der obermiocaenen Ablagerungen in Italien (Formazione gessoso-solfifera) bedingten Eigenheiten — Oligotypie der Faunen und teratologische Veränderungen der Schalen — an der untersuchten Fauna in keiner Weise festzustellen.

Die schon erwähnte Form *Rectuvigerina siphogenerincides* (Lipparini) tritt mit grosser Häufigkeit vor allem im Obermiocaen auf. In der Poebene verschwindet diese Art mit dem Obermiocaen (AGIP, 1957);

im toskanischen Bereich reicht ihre stratigraphische Verbreitung wohl über das Messiniano hinaus, sie ist aber im Unterpliocaen eher selten anzutreffen, erst im Calabriano wird sie dann wieder mit grösserer Häufigkeit gefunden (Longinelli, 1956; Giannini & Tavani, 1960). Neuerdings wurde diese Art auch von Papp (1963) aus den klassischen Pliocaen-Aufschlüssen von Castell'Arquato beschrieben. Er betrachtet sie als jüngstes Glied einer von *Uvigerina proboscidea* Schwager ausgehenden Entwicklungsreihe und hält sie charakteristisch für Pliocaen. Demzufolge liesse sich das ziemlich häufige Auftreten der Art *Rectuvigerina siphogenerinoides* in den Tonen von « La Sticcianese » recht gut mit einer Einstufung derselben in das untere Pliocaen vereinbaren.

Bemerkungen zu den Ablagerungsbedingungen. Der relativ hohe planktonische Anteil der Fauna (45%) weist darauf hin, dass die Ablagerung der Sedimente, aus denen die untersuchte Fauna stammt, in einem offenen Meer in ziemlicher Entfernung von der Küste erfolgt sein dürfte. Diese Annahme wird sowohl durch die Beschaffenheit der Sedimente selbst — es handelt sich, wie schon erwähnt, um schwach mergelige Tone —, als auch durch die Zusammensetzung des benthonischen Anteils bestätigt. In diesem herrschen die Vetreter der Familien der *Buliminidae* stark vor, die allgemein als tiefere Lebensbereiche bevorzugende Formen bekannt sind. Daneben enthält die Fauna noch verschiedene andere Arten, die heute in sublitoral - bathyalen Zonen leben. (Unterteilung der Tiefenzonen nach Hedgpeth in « Treatise on marine Ecology and Paleoecology », 1957).

Bezeichnend sind nach Phleger (1960) besonders folgende Arten:

Nonionella turgida (Williamson)
Uvigerina peregrina Cushman
Angulogerina angulosa (Williamson)
Trifarina bradyi Cushman
Gyroidina soldanii (d'Orbigny)
Cancris oblongus (Williamson)
Cassidulina laevigata carinata Silvestri
Cassidulina subglobosa Brady
Pullenia bulloides d'Orbigny

Die Obergrenze des Lebensbereiches dieser Arten liegt unter 50 m Tiefe, also bereits in der äusseren sublitoralen Zone, während die untere Grenze bis in 3000 m Tiefe reichen kann.

Demgegenüber stehen jene Formen, die in den rezenten Meeren hauptsächlich in der litoralen und inneren sublitoralen Zone leben (*Miliolidae, Nonion, Elphidium, Ammonia, Ancmalina, Cibicides, Valvulineria* etc.), doch ist ihr prozentualer Anteil in der vorliegenden Fauna derart gering, dass sie für bathymetrische Erwägungen kaum berücksichtigt werden können. Auf Grund dessen kann für die Tone von « La Sticcianese » ein Ablagerungsbereich, der die äussere sublitorale und die obere bathyale Zone umfasst, angenommen werden.

Die meisten der bestimmten planktonischen Arten leben heute in Breiten, die den gemässigten bis subtropischen Klimazonen angehören. Für die gemässigten Bereiche sind folgende Arten besonders charakteristisch (Phleger, 1960; Bielyaieva, 1963):

Globigerina bulloides d'Orbigny
Orbulina universa d'Orbigny
Globorotalia puncticulata (Deshayes)
Globorotalia scitula (Brady)

In vorwiegend subtropischen bis tropischen Meeren hingegen leben:

Globigerinoides rubra (d'Orbigny)
Globigerinoides triloba sacculifera (Brady)
Globorotalia hirsuta (d'Orbigny)

Problematisch erscheint das relativ häufige Auftreten von *Globigerina quinqueloba* (Natland) zusammen mit den oben angeführten Formen. Diese Art gilt allgemein als typischer Kaltwasserbewohner; daher ist ihre Vergesellschaftung mit charakteristischen Warmwasserbewohnern wie *Globigerinoides triloba sacculifera* und *Globigerinoides rubra* nur schwer zu deuten. *Globigerina quinqueloba* wurde allerdings von Bielyaieva (1963) in den Thanatocoenosen des indischen Ozeans vorwiegend in tropischen Bereichen gefunden und sie hat auch im mediterranen Gebiet etwas von ihrer paläoklimatischen Bedeutung eingebüsst, nachdem sie von Pezzani (1963) aus obermiocaenen Sedimenten in der Gegend von Parma angeführt wurde. Diese Ablagerungen erfolgten unmittelbar vor einer evaporitischen Episode mit Gipsausfällung und deuten in keiner Weise auf ein kühleres Klima hin. Wir glauben deshalb nicht, auf Grund des Auftretens von *Globigerina quinqueloba* auf subarktische oder kältere, gemässigte klimatische Verhältnisse schliessen zu müssen und nehmen an, dass während der Sedimentation der Tone von « La Sticcianese » ein gemässigt bis subtropisches Klima geherrscht habe. Durch die durchweg normalen Dimensionen der untersuchten Formen wird dieser Befund nur noch bekräftigt.

Die Microfaunen aus dem Untersuchungsgebiet. Aus der Untersuchung der in den Sedimenten der Tongrube ESE Ten.ta della Sticcianese enthaltenen Microfaunen hat sich ergeben, dass die im Westen unseres Untersuchungsgebietes aufgeschlossene obere Partie der Formation pm eindeutig unterpliocaenes Alter aufweist. Für die marinen Ablagerungen innerhalb des untersuchten Gebietes liess sich bereits von den Molluskenfaunen ein analoges Alter ableiten, welches auch in micropaläontologischer Hinsicht bestätigt werden konnte, obwohl hier — wie schon erwähnt — altersmässig weniger charakteristische Faunen vorliegen, als in den westlichen Gegenden.

Während über die Verteilung der Arten auf die einzelnen Fundstellen

und deren relative Häufigkeit Tabelle 3 Auskunft gibt, sollen im Folgenden die einzelnen Gesteinsproben und die darin enthaltenen Microfaunen kurz beschrieben werden, wobei eine Anordnung von westlichern zu östlicheren Proben befolgt wird, die ungefähr einer Reihenfolge von hangenden in liegende Schichten entspricht.

PROBE 115.

Fundort: Östliche Böschung der Strasse, die von Pian d'Orneta nach Lokalität « Granaione » führt, in unmittelbarer Nähe des Ente Maremma-Hauses « Dogana »; 8970/4128 (1).

Lithologie: Blaue, sehr schwach mergelige Tone.

Anorganischer Rückstand: Häufige Gipskristalle, vorwiegend stengeliger Pyrit, Glimmerplättchen, Quarzkörner, sehr seltene Haematitknöllchen.

Organischer Rückstand: Hauptsächlich Foraminiferen, Seeigelfragmente, spärliche Ostracoden, vereinzelte Fischzähnchen.

Zusammensetzung der Fauna:

Benthos			94 %
Agglutinierende Formen		10 %	
Lagenidae		5 %	
Nonionidae		2,5 %	
Buliminidae		31,5 %	
Gattg. *Bulimina*	16 %		
Bolivina	13 %		
Uvigerina	1,5 %		
Trifarina	1 %		
Rotaliidae		8 %	
Cymbaloporidae		2,5 %	
Cassidulinidae		3,5 %	
Chilostomellidae		4 %	
Anomalinidae			
Gattg. *Cibicides*		26 %	
Plankton			6 %
Gattg. *Globigerina*		2 %	
Globigerinoides		4 %	

Strat. Bemerkungen: Die Foraminiferen sind grossteils von Pyrit überzogen oder damit ausgefüllt, weisen jedoch durchaus normale Dimensionen und Ausbildung der Schalen auf.

Diese Fauna ist auf Grund des Auftretens von folgenden Arten ins Unterpliocaen zu stellen:

Robulus calcar (Linné)
Astacolus crepidulus (Fichtel & Moll)
Marginulina costata (Batsch)
Marginulina costata coarctata Silvestri
Bulimina aculeata minima Tedeschi & Zanmatti
Bolivina apenninica Barbieri & Mosna
Bolivina italica Cushman
Uvigerina rutila Cushman & Todd
Plectofrondicularia inaequalis denticulata (Silvestri)
Rosalina isabelleana d'Orbigny

(1) Die Koordinaten beziehen sich auf die Blätter Polveraia und Cana (128 II NO und 128 II NE) der vom I.G.M. herausgegebenen topographischen Karte Italiens.

Probe 84.

Fundort: Entwässerungskanal 250 m östlich P. 81 an der Strasse, die von Pian d'Orneta nach Lokalität « Granaione » führt; 8970/4170.

Lithologie: Blaugraue bis gelblichgrüne, mergelige Tone mit bis zu 2 mm grossen Gipskristallen.

Anorganischer Rückstand: Der anorganische Rückstand dieser Probe ist eher gering. Limonitstengel, Pyrit, Gips, Quarz-und Calcitkörner kommen am häufigsten vor.

Organischer Rückstand: Foraminiferen, spärliche Ostracoden, sehr seltene Fischzähnchen.

Zusammensetzung der Fauna:

Benthos			96 %
Agglutinierende Formen		4 %	
Nonionidae		8 %	
Heterohelicidae			
Gattg. *Plectofrondicularia*		1 %	
Buliminidae		17 %	
Gattg. *Uvigerina*	8 %		
Bulimina	3 %		
Bolivina	3 %		
Virgulina	2 %		
Angulogerina	1 %		
Rotaliidae		4 %	
Cassidulinidae		49 %	
C. laevigata carinata	45 %		
Chilostomellidae		3 %	
Anomalinidae		10 %	
Plankton			4 %
Gattg. *Globigerina*		3 %	
Globigerinoides		1 %	

Strat. Bemerkungen: Diese Fauna wurde in einem nicht viel tieferen Niveau als die Probe 115 aufgesammelt. Sie unterscheidet sich von jener Fauna durch die wesentlich geringere Anzahl von Arten. Auf Grund des Auftretens einiger stratigraphisch bedeutsamer Formen kann auch diese Fauna ins Unterpliocaen gestellt werden (*Bulimina elongata subulata* Cushman & Parker, *Plectofrondicularia inaequalis denticulata* (Silvestri A.), *Rosalina isabelleana* d'Orbigny ecc.).

Probe 116.

Fundort: Bachbett der Fronsina 225 m östlich P. 191 (Aquädukt); 9096/4148.

Lithologie: Aschfarbene (im nassen Zustand dunkelblaugraue), mergelige leicht sandige Tone.

Anorganischer Rückstand: Häufiger Limonit in stengeliger und oolithischer Ausbildung, verkohlte Partikel, Pyrit, Quarz meistens in eckigen Körnern.

Organischer Rückstand: Foraminiferen, Seeigelstachelfragmente, sehr seltene Fischzähnchen, spärliche Ostracoden, darunter: *Costa* cf. *edwardsi* (Roemer), *Ruggieria* sp., *Eucytherura* sp., *Buntonia* sp.

Zusammensetzung der Fauna:

Benthos			95 %
Agglutinierende Formen		3 %	
Nonionidae		35 %	
Buliminidae		45 %	
Gattg. *Bulimina*	30 %		
Bolivina	5 %		
Virgulina	9 %		
Uvigerina	1 %		

Rotaliidae		5 %	
Cassidulinidae		2,5 %	
Chilostomellidae		2 %	
Anomalinidae		2,5 %	
Plankton			5 %
Gattg. *Globigerina*		2 %	
Globigerinoides		3 %	

Strat. Bemerkungen: Viele Formen sind mit Pyrit oder mit Limonit ausgefüllt. Der Gesamtaspekt der Fauna deutet unterpliocaenes Alter an; hingegen fehlen ausschliesslich im Unterpliocaen auftretende Formen.

PROBE 77.

Fundort: Ackerrain 250 m nordöstlich von P. 152 Le Costarelle; 9040/4190.

Lithologie: Grünlichgelber, mergeliger Ton, der stark mit kleinen abgeplatteten Gipskristallen (mm Grössenordnungsbereich) durchsetzt ist.

Anorganischer Rückstand: Neben sehr häufigen Gipskristallen treten Limonitknöllchen und ein nichtmagnetisches Erz (Haematit ?) auf.

Organischer Rückstand: Foraminiferen, äussert seltene Ostracoden. In unmittelbarer Nähe der Entnahmestelle dieser Probe wurde ein Haifischzahn gefunden.

Zusammensetzung der Fauna:

Benthos			93 %
Agglutinierende Formen		9 %	
Nonionidae		15 %	
Heterohelicidae		1 %	
Buliminidae		34 %	
Gattg. *Uvigerina*	25 %		
Bulimina			
Bolivina	9 %		
Virgulina			
Rotaliidae		8 %	
Chilostomellidae		5 %	
Cassidulinidae		6 %	
Anomalinidae		15 %	
Plankton			7 %
Gattg. *Globigerina*		3 %	
Globigerinoides		4 %	

Strat. Bemerkungen: Der im Rückstand sehr häufig auftretende Gips könnte verschlechterte Lebensbedingungen durch erhöhte Salinität des Meeres anzeigen, wodurch vielleicht die Anzahl der Arten etwas eingeschränkt wurde. Die vorhandenen Formen sind jedoch durchaus normal entwickelt. Auch in dieser Fauna sind Arten, die auf unterpliocaenes Alter hinweisen, ziemlich häufig vertreten.

PROBE 79.

Fundort: Das Gesteinsmuster wurde in jenem Bächlein entnommen, welches bei P. 102 in den Graben mündet, der im Tal zwischen Pod.e del Moro und Pod.e di Poggio Abechi gegen NW fliesst; 9100/4248.

Lithologie: Graugrüner, gelb verwitternder, sandig-siltiger, Gips-führender, mergeliger Ton.

Anorganischer Rückstand: Häufige Gipskristalle und Limonit in knolliger Ausbildung; Quarzkörner.

Organischer Rückstand: Foraminiferen, Fragmente von Mollusken, Bruchstücke von Seeigelstacheln, spärliche Ostracoden, vereinzelte Fischzähnchen.

Zusammensetzung der Fauna:

Benthos			94 %
Agglutinierende Formen		5 %	
Lagenidae		22 %	
Nonionidae		5 %	
Buliminidae		32 %	
Gattg. *Bulimina*	15 %		
Bolivina	10 %		
Uvigerina	7 %		
Rotaliidae		2 %	
Chilostomellidae		7 %	
Anomalinidae		21 %	
Plankton			6 %
Gattg. *Globigerina*		4 %	
Globigerinoides		2 %	

Strat. Bemerkungen: In dieser Fauna gesellt sich zu den stratigraphisch wichtigen Formen die Art *Vaginulina striatissima* Schroqt, welche nur aus unterpliocaenen Ablagerungen bekannt ist. Die Einstufung dieser Fauna ins Unterpliocaen wird auch durch die Häufigkeit an Vertretern der Familie der *Lagenidae* stark bekräftigt.

Probe 49.

Fundort: Hang südlich des F. Fronsina ca. 650 m WNW Pod.e Repenti: 9264/4210.

Lithologie: Gelblichgrüner, sandig/siltiger Ton.

Anorganischer Rückstand: Quarz in eckigen bis kantengerundeten Körnern, Haematit in grossen Knollen, vereinzelte Barytkörner.

Organischer Rückstand: Der organische Rückstand ist in dieser Probe sehr gering. Die ausschliesslich aus Foraminiferen bestehende Fauna wurde mit Tetrachlorkohlenstoff vom organischen Rückstand getrennt.

Zusammensetzung der Fauna:

Benthos			94 %
Agglutinierende Formen		3 %	
Nonionidae		18 %	
Buliminidae		56 %	
Gattg. *Bulimina*	48 %		
Bolivina	6 %		
Uvigerina	2 %		
Rotaliidae		3 %	
Chilostomellidae		2 %	
Cassidulinidae		7 %	
Anomalinidae		5 %	
Plankton			6 %
Gattg. *Globigerina*		4 %	
Globigerinoides		2 %	

Strat. Bemerkungen: Die Artenarmut dieser Fauna und das Vorherrschen der *Buliminidae* und *Nonionidae* deutet Ablagerungsbedingungen an, die an obermiocaene Verhältnisse erinnern (Oligotypische Faunen mit *Buliminidae*). Auf Grund des Auftretens von *Plectofrondicularia inaequalis denticulata* (Silvestri A.) kann jedoch auch diese Fauna ins Unterpliocaen gestellt werden.

Probe 50.

Fundort: Südliches Fronsina-Ufer 375 m nordwestlich Pod.e Repenti; 9280/4214.

Lithologie: Gelblichgrüner bis graublauer, leicht sandiger Ton.

Anorganischer Rückstand: Häufige kantengerundete bis eckige Quarzkörner, Gips verkohlte Partikel, sehr seltener Pyrit manchmal mit Limonit überzogen.

Organischer Rückstand: Foraminiferen, Seeigelstachelfragmente, Bruchstücke von Mollusken, vereinzelte Ostracoden.

Zusammensetzung der Fauna:

Benthos			86 %
Agglutinierende Formen		9 %	
Nonionidae		12 %	
Gattg. *Nonion*	9 %		
Elphidium	3 %		
Buliminidae		24 %	
Gattg. *Bulimina*	14 %		
Bolivina	6 %		
Reussella	3 %		
Virgulina	1 %		
Rotaliidae		8 %	
Gattg. *Eponides*	6 %		
Cancris	2 %		
Cymbaloporidae		4 %	
Anomalinidae		29 %	
Cibicides boueanus	7 %		
Plankton			14 %
Gattg. *Globigerina*		10 %	
Globigerinoides		4 %	

Strat. Bemerkungen: Obwohl altersbestimmende Arten fehlen, kann auch für diese Fauna auf Grund ihrer Lagebeziehung zur Probe 49 unterpliocaenes Alter angenommen werden, welches durch das Auftreten von Formen mit grösster Verbreitung im Unterpliocaen bestätigt wird.

PROBE K 12707.

Fundort: Strassenböschung 100 m südöstlich der Brücke über den Fosso Sansola, 400 m südwestlich Pod.e Camposasso; 9248/4312.

Lithologie: Hellgraue bis grünliche, sandige mergelige Tone.

Anorganischer Rückstand: Sehr häufige Körner eines grünen Gesteins, Quarz, Gips, selten Pyrit.

Organischer Rückstand: Foraminiferen, häufige Seeigelbruchstücke, Ostracoden: *Loxoconcha* sp. sp., *Cyprideis* sp.

Zusammensetzung der Fauna:

Benthos			98 %
Agglutinierende Formen		2 %	
Miliolidae		2 %	
Nonionidae		8 %	
Buliminidae		14 %	
Gattg. *Bulimina*	5 %		
Bolivina	2 %		
Virgulina	7 %		
Rotaliidae		68 %	
Fast ausschliesslich *Epistominella carinata*			
Chilostomellidae		1 %	
Cymbaloporidae		1 %	
Anomalinidae		2 %	
Plankton			2 %
Gattg. *Globigerina*		2 %	

Strat.

Bemerkungen: Beachtenswert ist das äusserst häufige Auftreten in dieser Fauna der selten zitierten Art *Epistominella carinata* (d'Orbigny), deren stratigraphische Verbreitung nach den bisherigen Kenntnissen auf das Pliocaen beschränkt ist (B. Martinis, 1950). Angaben über die ökologische Bedeutung dieser Form konnten nicht gefunden werden.

Probe 117.

Fundort: Strassenböschung 150 m südwestlich P. 145 (Fosso Sansola, SW Pod.e Camposasso); 9252/4304.
Entspricht Molluskenlokalität 500 m SW Pod.e Camposasso.

Lithologie: Achgraue, gelblichgrün gefleckte, sehr schwach sandige, mergelige Tone.

Anorganischer Rückstand: Sehr häufiger Pyrit in Stengeln, Knollen und kleinen Kristallen, Limonit in stengeliger und oolithischer Ausbildung, teilweise auch als Überzug auf Pyrit, Partikel von verkohltem Material, Gips, sehr seltene meistens eckige Quarzkörner.

Organischer Rückstand: Foraminiferen, verhältnissmässig häufige Ostracoden: *Aurila* sp., *Xestoleberis* sp., *Cyprideis* sp., ? *Ruggieria* sp., *Echinocythereis* cf. *hystrix*.

Zusammensetzung der Fauna:

Benthos			95 %
Agglutinierende Formen		10 %	
Miliolidae		2 %	
Nonionidae		5 %	
Buliminidae		36 %	
Gattg. *Bulimina*	10 %		
Bolivina	15 %		
Uvigerina	7 %		
Virgulina	2 %		
Trifarina	2 %		
Rotaliidae		11,5 %	
Cymbaloporidae		2,5 %	
Cassidulinidae		2 %	
Chilostomellidae		3 %	
Anomalinidae		24 %	
Plankton			5 %
Gattg. *Globigerina*		3 %	
Globigerinoides		2 %	

Strat.

Bemerkungen: Die Foraminiferen sind in ausgezeichnetem Erhaltungszustand und zum Teil mit einem pyritischen Kern ausgefüllt. Das Auftreten von *Plectofrondicularia inaequalis denticulata, Nodosaria pentecostata* und *Rosalina isabelleana* bestätigen auch für diese Fauna unterpliocaenes Alter.

Probe 118.

Fundort: Strassenböschung 250 m südsüdwestlich P. 145 (Bach Sansola, SW Pod.e Camposasso); 9252/4298.

Lithologie: Aschgraue bis gelblichgrüne, leicht sandige, mergelige Tone.

Anorganischer Rückstand: Häufiger Gips, Limonitknollen, Quarzkörner, Glimmerplättchen, verkohlte Partikel.

Organischer Rückstand: Foraminiferen, Reste von Seeigeln, Fragmente von Mollusken, Ostracoden wie Probe 117.

Zusammensetzung der Fauna:

Benthos			87 %
Agglutinierende Formen		13 %	
Nonionidae		26 %	
Gattg. *Nonion*	21 %		
Elphidium	5 %		
Buliminidae		27 %	
Gattg. *Bulimina*	14 %		
Bolivina	3 %		
Virgulina	2 %		
Reussella	7 %		
Trifarina	1 %		
Rotaliidae		8 %	
Cassidulinidae		1 %	
Cymbaloporidae		2 %	
Anomalinidae		10 %	
Plankton			13 %
Gattg. *Globigerina*		8 %	
Globigerinoides		5 %	

Strat.

Bemerkungen: In dieser Fauna fehlen Arten mit beschränkter stratigraphischer Verbreitung. Auf Grund des Gesamtaspektes und ihrer Lagebeziehung zur Probe 117, die aus einem höchstens um 2 m tieferen Niveau stammt, kann auch für diese Fauna unterpliocaenes Alter angenommen werden.

PROBE 47.

Fundort: Nördliche innere Böschung des Weges, der von Fatt.a del Baccinello nach Pod.e Repenti führt, 300 m ostsüdöstlich Pod.e Repenti; 9346/4184.

Lithologie: Grünlichgelber, sandiger Mergel mit Kalkkonkretionen in Konglomerate der Formation pp eingeschlossen.

Anorganischer Rückstand: Vorwiegend konkretionärer Calcit, Quarzkörner, Limonit-und Haematitknollen.

Organischer Rückstand: Der eher spärliche organische Rückstand, der aus Foraminiferen, Seeigelstachelfragmenten und Ostracoden besteht, wurde mit Tetrachlorkohlenstoff angereichert.

Zusammensetzung der Fauna:

Benthos			100 %
Nonionidae		37 %	
Gattg. *Nonion*	14 %		
Elphidium	23 %		
Buliminidae		13 %	
Gattg. *Bulimina*	5 %		
Reussella	8 %		
Rotaliidae			
Ammonia beccarii ssp.		50 %	

Strat.

Bemerkungen: Die Beschaffenheit der Sedimente, die Oligotypie der Fauna, das häufige Auftreten von Elphidien und *Ammonia beccarii* mit den Unterarten *inflata* und *tepida* zeigen litoralen, eventuell lagunären Ablagerungsbereich mit reduzierter Salinität des Wassers an. Die bestimmten Arten weisen eine weite stratigraphische Verbreitung auf und lassen infolgedessen keine Schlüsse über das genaue Alter der Fauna zu.

Probe K 12705.

Fundort: Nordwestliche Böschung des Hohlweges, 125 m nordöstlich Pod.e La Crocina; 9438/4208. Entspricht Molluskenlokalität 100 m NNE Pod.e La Crocina.

Lithologie: Blaugraue bis gelblichbraune, schwach sandige mergelige Tone mit Schillagen von Mollusken.

Anorganischer Rückstand: Sehr häufige Gipskristalle, verkohlte Partikel, vereinzelte Quarz-und Calcitkörner.

Organischer Rückstand: Seeigelfragmente, Foraminiferen, ziemlich häufige Ostracoden, darunter: *Carinocythereis* sp., ? *Cyprideis* sp.

Zusammensetzung der Fauna:

Benthos			100 %
Nonionidae		12 %	
Gattg. *Nonion*	4 %		
Elphidium	8 %		
Rotaliidae			
Ammonia beccarii ssp.		88 %	

Strat.

Bemerkungen: Es handelt sich hier um eine oligotypische Fauna mit Formen, die einen lagunären bis litoralen Ablagerungsbereich charakterisieren und auf Grund ihrer weiten stratigraphischen Verbreitung keine Angaben über das Alter liefern können.

Probe K 12742.

Fundort: Graben ca. 450 m westsüdwestlich Pod.e del Renzi, 100 m nördlich Brunnen (P); 9326/4248. Entspricht Molluskenlokalität 400 m WSW Pod.e del Renzi.

Lithologie: Aschgraue, schwach sandige, reine Tone.

Anorganischer Rückstand: Gips, Pyritknollen, Quarzkörner, verkohlte Partikel.

Organischer Rückstand: Sehr häufige Fragmente von Seeigeln, Foraminiferen, Fragmente von Molluskenschalen, relativ zahlreiche Ostracoden, darunter: *Ruggieria* sp.

Zusammensetzung der Fauna:

Benthos			100 %
Miliolidae		6 %	
Nonionidae		71 %	
Gattg. *Nonion*	21 %		
Elphidium	50 %		
Buliminidae			
Gattg. *Reussella*		4 %	
Rotaliidae			
Gattg. *Ammonia*		19 %	

Strat.

Bemerkungen: Die vorliegende Fauna führt nur Arten, die ausschliesslich im litoralen Bereich und zum Teil auch in lagunärer Fazies leben. Das Alter ergibt sich aus der Lagebeziehung zu den übrigen Faunen mit altersbestimmenden Fossilien und aus der auf Unterpliocaen hinweisenden Molluskenfauna.

Probe 59.

Fundort: Böschung des Weges, der von Pod.e Camposasso nach Pod.e le Pigne führt, an der nordöstlichen Ecke des Olivenhains; 9308/4347.

Lithologie: Grünlichgelb gefleckte, schwach sandige, mergelige Tone.

Anorganischer Rückstand: Limonit- und Haematitknollen, Quarz- und Calcitkörner.

Organischer Rückstand: Foraminiferen, Bruchstücke von Lamellibranchiern und Gastropoden.

Zusammensetzung der Fauna:

Benthos			91 %
Agglutinierende Formen		20 %	
Miliolidae		10 %	
Nonionidae		8 %	
Lagenidae		2 %	
Buliminidae		5 %	
Gattg. *Bulimina*	1 %		
Bolivina	2 %		
Virgulina	1 %		
Reussella	1 %		
Rotaliidae		2 %	
Cymbaloporidae		10 %	
Anomalinidae		34 %	
Plankton			9 %
Gattg. *Globigerina*		4 %	
Globigerinoides		4 %	
Orbulina		1 %	

Strat. Bemerkungen: Für die Alterstellung dieser Fauna gelten die bei Probe 56 angeführten Bemerkungen.

PROBE 56.

Fundort: Südwestliche Böschung des Fosso Taffone, ca. 500 m nordöstlich Pod.e Camposasso; 9300/4370.

Lithologie: Graublaue, grünlichgelb und braun gefleckte, leicht sandige, mergelige Tone.

Anorganischer Rückstand: Gipskristalle, Calcitkörner, sehr seltener Quarz und Pyrit.

Organischer Rückstand: Foraminiferen, Seeigelstachelfragmente, Bruchstücke von Mollusken.

Zusammensetzung der Fauna:

Benthos			90 %
Agglutinierende Formen		10 %	
Miliolidae		3 %	
Nonionidae		13 %	
Buliminidae		21 %	
Gattg. *Bulimina*	11 %		
Bolivina	5 %		
Reussella	4 %		
Virgulina	1 %		
Rotaliidae		6 %	
Cymbaloporidae		4 %	
Anomalinidae		33 %	
Plankton			10 %
Gattg. *Globigerina*		5 %	
Globigerinoides		3 %	
Orbulina		2 %	

Strat. Bemerkungen: In dieser Fauna konnten keine Arten, die ausschliesslich im Unterpliocaen auftreten, gefunden werden. Gut vertreten sind hingegen Formen, die am häufigsten im Unterpliocaen anzutreffen sind, obwohl sie eine weitere stratigraphische Verbreitung aufweisen: *Dorothia gibbosa, Marginulina costata, Bulimina aculeata minima, Bulimina elongata subulata, Orthomorphina tenuicostata*, ecc. Auf Grund dessen kann auch diese Fauna ins Unterpliocaen eingestuft werden.

Probe 119.

Fundort: Westliche Strassenböschung 100 m südsüdwestlich P. 126 im Tal zwischen Pod.e il Coppaio und Pod.e della Ciaia; 9242/4462. Entspricht Molluskenlokalität 500 m NNE Pod.e il Coppaio.

Lithologie: Graue bis gelblichgrüne, schwach sandige, mergelige Tone.

Anorganischer Rückstand: Vorwiegend Gips, seltene Quarzkörner und Limonitknollen.

Organischer Rückstand: Foraminiferen, häufige Fragmente von Seeigeln, spärliche Ostracoden.

Zusammensetzung der Fauna:

Benthos			96 %
Agglutinierende Formen		24 %	
Miliolidae		5 %	
Nonionidae		8 %	
Buliminidae		24 %	
Gattg. *Bulimina*	11 %		
Bolivina	9 %		
Virgulina	4 %		
Rotaliidae		10 %	
Chilostomellidae		4 %	
Cymbaloporidae		1 %	
Anomalinidae		20 %	
Plankton			4 %
Gattg. *Globigerina*		3 %	
Globigerinoides		1 %	

Strat.

Bemerkungen: Der Gesamtaspekt der Assoziation und die Lagebeziehung zu stratigraphisch wenig höher gelegenen Horizonten mit chronologisch bedeutsamen Formen (Proben 124 und 126) berechtigen eine Einstufung dieser Fauna ins Unterpliocaen.

Probe 123.

Fundort: Südwestliche Strassenböschung 250 m südwestlich P. 126 im Tal zwischen Pod.e il Coppaio und Pod.e della Ciaia; 9226/4460.

Lithologie: Hellgraue bis grünlichgelbe, sehr schwach sandige, mergelige Tone.

Anorganischer Rückstand: Limonit, auch als Überkrustungen auf Haematitknollen, seltener Pyrit.

Organischer Rückstand: Foraminiferen, Seeigelfragmente, spärliche Ostracoden.

Zusammensetzung der Fauna:

Benthos			96 %
Agglutinierende Formen		12 %	
Lagenidae		3 %	
Buliminidae		36 %	
Gattg. *Bulimina*	17 %		
Bolivina	19 %		
Rotaliidae		6 %	
Cassidulinidae		5 %	
Chilostomellidae		2 %	
Cymbaloporidae		4 %	
Anomalinidae		28 %	
Plankton			4 %
Gattg. *Globigerina*		2 %	
Globigerinoides		2 %	

Strat.

Bemerkungen: Das Auftreten von *Plectofrondicularia inaequalis denticulata* und *Bolivina placentina* bestimmt für diese Fauna eindeutig unterpliocae-

nes Alter; dieses wird ausserdem durch das häufige Vorkommen von Arten mit grösster Verbreitung im Unterpliocaen bestätigt.

PROBE 124.

Fundort: Südwestliche Strassenböschung 300 m westlich P. 126 im Tal zwischen Pod.e il Coppaio und Pod.e della Ciaia; 9220/4466.

Lithologie: Hellgraue, gelblichgrün verwitternde, schwach sandige, mergelige Tone.

Anorganischer Rückstand: Limonit-und Haematitknollen, zum Teil auch als Füllungen von Foraminiferen, Pyrit, Quarzkörner, verkohlte Partikel.

Organischer Rückstand: Foraminiferen, häufige Seeigelfragmente, seltene Fischwirbelchen, Ostracoden, darunter: *Cytherella* sp. sp., *Ruggieria* sp., *Costa edwardsi, Costa edwardsi* ssp., *Echinocythereis* cf. *hystrix, Pterygocythereis* sp., *Loxoconcha* sp., *Occultocythereis* sp., *Carinocythereis* sp., *Krithe* sp.

Zusammensetzung der Fauna:

Benthos			85 %
Agglutinierende Formen		13 %	
Lagenidae		4 %	
Nonionidae		3 %	
Buliminidae		35 %	
Gattg. *Bulimina*	5 %		
Bolivina	18 %		
Uvigerina	10 %		
Trifarina	2 %		
Rotaliidae		13 %	
Cassidulinidae		2 %	
Chilostomellidae		3 %	
Anomalinidae		12 %	
Plankton			15 %
Gattg. *Globigerina*		10 %	
Globigerinoides		5 %	

Strat. Bemerkungen: Diese Fauna ist mit Sicherheit ins Unterpliocaen zu stellen. Neben *Plectofrondicularia inaequalis denticulata* und *Bolivina placentina* kommen noch weitere für Unterpliocaen bezeichnende Arten vor: *Bolivina italica, Bolivina leonardii, Bolivina pseudoplicata, Uvigerina rutila, Siphonina planoconvexa.*

PROBE 126.

Fundort: Böschung des alten Weges, der von Pod.e il Coppaio gegen den Fosso Taffone führt, 275 m nördnordöstlich Pod.e il Coppaio.

Lithologie: Graugrüne, gelbbraun verwitternde, sehr schwach sandige, leicht mergelige Tone.

Anorganischer Rückstand: Gips, Limonit in Stengeln und Knollen, Quarzkörner, verkohlte Partikel, sehr seltener Glaukonit.

Organischer Rückstand: Foraminiferen, Seeigelfragmente, seltene Ostracoden, vereinzelte Fischzähnchen.

Zusammensetzung der Fauna:

Benthos		76 %
Agglutinierende Formen	2 %	
Miliolidae	4 %	
Lagenidae	6 %	
Polymorphinidae	2 %	

Nonionidae		8 %	
Buliminidae		22 %	
Gattg. *Bulimina*	6 %		
Bolivina	12 %		
Uvigerina	2 %		
Trifarina	2 %		
Rotaliidae		12 %	
Cassidulinidae		2 %	
Chilostomellidae		2 %	
Anomalinidae		16 %	
Plankton			24 %
Gattg. *Globigerina*		10 %	
Globigerinoides		4 %	
Globorotalia		10 %	

Strat.

Bemerkungen: *Marginulina costata coarctata, Bolivina leonardii, Bolivina placentina, Uvigerina rutila* bestimmen das unterpliocaene Alter dieser Fauna. Daneben sind auch Formen mit häufigstem Auftreten im Unterpliocaen zahlreich zugegen. Auffallend ist das relativ häufige Vorkommen von *Globorotalia pseudopachyderma* deren Anteil ca. 10% der Gesamtfauna beträgt. Unter den planktonischen Arten treten Formen auf, die deutliche Aufarbeitungserscheinungen aufweisen; leider sind sie für eine genauere Bestimmung zu schlecht erhalten, so dass über ihre Herkunft nichts ausgesagt werden kann.

Probe 90.

Fundort: Abhang ca. 150 m westlich P. 137, 250 m westsüdwestlich Pod.e il Poggione; 9382/4464. Entspricht Molluskenlokalität 250 m SW Pod.e il Poggione.

Lithologie: Konglomerate mit rötlichem, sandig-mergeligen Bindemittel.

Anorganischer Rückstand: Feinkonglomeratische Komponenten, meistens von grüner Farbe, seltene Quarzkörner, verkohlte Partikel.

Organischer Rückstand: Bruchstücke von Mollusken, Foraminiferen, Seeigelstachelfragmente. Die Foraminiferen wurden mit Tetrachlorkohlenstoff isoliert.

Zusammensetzung der Fauna:

Benthos			99,5 %
Agglutinierende Formen		1 %	
Nonionidae		42 %	
Gattg. *Nonion*	32 %		
Elphidium	10 %		
Buliminidae		42,5 %	
Gattg. *Reussella*	40 %		
Bulimina	1,5 %		
Bolivina	1 %		
Rotaliidae		11 %	
Anomalinidae		3 %	
Plankton			0,5 %
Gattg. *Globigerinoides*			

Strat.

Bemerkungen: Die Beschaffenheit der Sedimente und das häufige Auftreten von Seichtwasserformen weisen auf litoralen Ablagerungsbereich hin. Auch für diese Fauna kann das Alter nur auf Grund ihrer Lagebeziehung zu Faunen mit altersbestimmenden Fossilien ermittelt werden.

Zusammenfassend lässt sich über die Microfaunen aus dem bearbeiteten Gebiet folgendes sagen:

Die meisten der untersuchten Faunen lassen Schlüsse über ihr Alter zu, mit Ausnahme jener Proben, die vorwiegend Arten mit litoralem Lebensbereich enthalten (*Ammonia beccarii* ssp., *Elphidium, Nonion, Reussella spinulosa* ssp., Milioliden) oder nur Formen mit ungenügend beschränkter Vertikalverbreitung geliefert haben. In vielen Faunen ist die nur im Unterpliocaen vorkommende Art *Plectofrondicularia inaequalis denticulata* (Silvestri A.) vorhanden, in anderen tritt die ebenfalls für Unterpliocaen bezeichnende Form *Bolivina placentina* Zanmatti auf; in der Probe 79 fanden wir *Vaginulina striatissima* Schrodt, auch dies eine Art, deren Verteilung sich auf das untere Pliocaen beschränkt. Das häufige Auftreten von Formen mit grösster Frequenz im Unterpliocaen und das fast gänzliche Fehlen von Arten, deren grösste Häufigkeit in Italien in miocaene Stufen fällt, vermögen das von diesen wenigen exklusiven Arten abgeleitete unterpliocaene Alter der untersuchten Faunen erheblich zu bekräftigen.

Obwohl die Zusammensetzung der Microfaunen in den einzelnen Proben etwas variiert, sind sich die verschiedenen Foraminiferen-Assoziationen besonders in ökologisch/fazieller Hinsicht einander doch sehr ähnlich. Das Verhältnis zwischen dem planktonischen und dem benthonischen Anteil beläuft sich bei den meisten Faunen um Beträge unter 0,1, was auf Sedimentation in einem Becken von geringer Tiefe (nach Phleger, 1960, $\pm$ 20-60 m) aber mit ev. auch nur temporären, weiten Verbindungen zum offenen Meer schliessen lässt. Nur schlecht harmoniert mit diesem Befund die Tatsache, dass die Familie der *Buliminidae* in vielen Proben vorherrschend oder immer sehr stark vertreten ist, wodurch eigentlich tiefere Ablagerungsbereiche angezeigt werden. Das ziemlich häufige Auftreten von Pyrit in der anorganischen Fraktion der meisten Schlämmrückstände deutet an, dass die Lebensbedingungen durch Anreicherung von Schwefelwasserstoff etwas verschlechtert waren, wodurch die ökologische Deutung der meisten von den untersuchten Microfaunen erheblich erschwert wird. Da nicht festzustellen ist, ob es sich bei den im Schlämmgut fast aller Proben häufig angetroffenen Gipskristallen um autigene, aufgearbeitete oder diagenetisch über Pyrit entstandene Bildungen handelt, wagen wir es nicht, auch nur auf zeitweise erhöhte Salinität des Meeres während des Unterpliocaens zu schliessen. Durch hypersaline Verhältnisse liesse sich zwar die Praedominanz von Buliminiden, die bekanntlich eurihaline Formen sind, in den Schlämmgütern von in geringer Tiefe abgelagerten Sedimenten erklären und zudem gelten in Italien durch

leicht erhöhten Salzgehalt des Meeres gekennzeichnete Ablagerungsbedingungen allgemein als charakteristisch für unterpliocaene Sedimente (1), doch spricht auch das häufige Vorkommen von äusserst zahlreichen Seeigelresten — von Organismen also, die sich bekanntlich überhaupt nicht an einen vom normalen abweichenden Salzgehalt des Wassers anzupassen vermögen — und die Tatsache, dass alle Foraminiferen durchaus normal entwickelt sind und keinerlei teratologische Veränderungen der Schalen zeigen, entschieden gegen übersalzene Ablagerungsbedingungen. Die ökologische Bedeutung des Vorherrschens der *Buliminidae* muss deshalb, da sie weder mit Sicherheit auf erhöhte Salinität noch auf einen tieferen Ablagerungsbereich zurückgeführt werden kann, unabgeklärt bleiben.

Bezüglich des Klimas, welches zur Zeit der Ablagerung der marinen Formationen in unserem Untersuchungsgebiet geherrscht hat, gelangt man auf Grund einiger bezeichnender Arten pelagischer Natur (*Orbulina universa* d'Orbigny, *Globigerinoides rubra* (d'Orbigny) und *Globigerinoides triloba sacculifera* (Brady)), die in den meisten Proben vorhanden sind, wie bei der Fauna aus der Tongrube ESE Ten.ta della Sticcianese zu gemässigt — subtropischen Verhältnissen.

Quartäre Bildungen.

Im vorangehenden Kapitel wurde auf Grund von biostratigraphischen Erwägungen nachgewiesen, dass die marinen Pelite der Formation pm unterpliocaenes Alter aufweisen. Da die nächstjüngeren Ablagerungen bereits dem oberen Quartär zugeteilt werden müssen, ergibt sich in der chronostratigraphischen Abfolge unseres Untersuchungsgebietes eine das Mittel-und Oberpliocaen sowie das Altquartär umfassende Schichtlücke.

Terrassierte Alluvionen (aa).

Am Westrand des untersuchten Gebietes werden die Flüsse Melacce und Trasubbie von ca. 20 m über der heutigen Talsohle liegenden Schotterterassen gesäumt. Es handelt sich dabei um meistens rot-bräunlich verfärbte Geroll-und Sandablagerungen fluviatilen Ursprungs, in welche sich die oben genannten Flüsse eingeschnitten haben. Nach G. Lüttig (1958, 1959), der sich eingehender mit der Quartärstratigraphie Mittelitaliens befasst und ein von der alpinen Unterteilung unabhängiges stra-

(1) Im Anklang an die vorangegangene evaporitische Episode des Obermiocaens (Formazione gessoso-solfifera) seien die unterpliocaenen Ablagerungen noch verschiedentlich unter dem Einfluss von leicht hypersalinen Bedingungen gestanden.

tigraphisches Schema für die Toscana entwickelt hat, entsprechen diese Schotterterrassen jungpleistocaenen Aufschüttungen (Tiber-Stufe).

Rezente Alluvionen (a).

Die grösseren Flusslaufe des Untersuchungsgebietes (Trasubbie, Melacce, Fronsina, Sansola) weisen breite, vorwiegend aus Kies-und Sandbänken bestehende Betten auf, die regelmässigen Überschwemmungen ausgesetzt und dementsprechend nur von spärlicher Vegetation bewachsen sind. Die heutige Erosionsbasis der Flüsse liegt bis zu ca. 2 m tiefer als die Oberfläche dieser Alluvionen, die demnach wahrscheinlich in subrezenten Zeiten aufgeschüttet wurden. (In Fig. 10 a ist rechts im Vordergrund des Bildes der heutige und ca. 1,5 m höher liegend der subrezente Talboden ersichtlich, der nur noch bei ausnehmend höher Wasserführung des T. Trasubbie überflutet wird).

TEKTONIK

Zur Tektonik des Lignit-führenden Beckens von Baccinello und Cana.

Die neogenen Sedimente des Braunkohlengebietes von Baccinello sind nach ihrer Ablagerung von einer Entspannungstektonik betroffen worden, die sich nach dem apenninischem Paroxysmus auf das gesamte westliche Apenninenvorland ausgewirkt hat. Diese postparoxysmale Stabilisierungstektonik verursachte in unserem Untersuchungsgebiet eine nach Westen gerichtete Schiefstellung der Schichten sowie zahlreiche Verwerfungen, die mit Ausnahme von wenigen senkrecht dazu verlaufenden Störungen eine von NW nach SE ausgerichtete Orientierung (± apenninisch) aufweisen und antithetisch zur allgemeinen Fallrichtung nach NE einfallen. Der steife Charakter der Deformation ergibt sich aus dem völligen Fehlen von plastischen Verformungen, wie Flexuren oder Falten.

Obwohl als einzige tektonische Elemente normale Brüche vorliegen, die dem tektonischen Stil ein sehr einfaches Gepräge verleihen, ist die genaue Erfassung der einzelnen Störungen mit grösseren Schwierigkeiten verbunden, die vor allem in der lithologischen Natur der die Serie von Baccinello aufbauenden Gesteine liegen. Mit Ausnahme der Formationen mlg und mc (lignitführende Schichten und obere Süsswasserkalke) sind nämlich innerhalb der obermiocaenen Serie lithologisch nur sehr schwach differenzierte Gesteine enthalten, die sich sehr schlecht als Bezugselemente für tektonische Ermittlungen — etwa die Identifizierung von Brüchen oder das Feststellen von Sprunghöhen — eignen. Gerade die an Mächtigkeit alle anderen weit übertreffende Formation mv entbehrt jeglicher lithologischer Leitgesteine, da auch die verschiedenen darin enthaltenen, z.

T. stärker konsolidierten Sandsteine und Konglomeratlagen meistens nur eine sehr beschränkte Horizontalverbreitung aufweisen und deshalb für tektonische Schlussfolgerungen nicht in Frage kommen können. Da ferner fast alle Gesteine der neogen Serie nur eine äusserst geringe Verfestigung erfahren haben, sind sie intensiv von Abspülungen angegriffen und häufig mit verwaschenem oder versacktem Material bedeckt worden, wodurch klare tektonische Linien verwischt wurden und heute im besten Falle nur noch ihrem ungefähren Verlauf nach erkenntlich sind.

Nur wenige der in der Karte eingetragenen Brüche beruhen deshalb allein auf Feldbeobachtungen; die meisten wurden auf konstruktivem Wege unter Verwertung einer Anzahl von den ehemaligen Minenbetrieben auf das Lignitflöz niedergebrachten Bohrungen ermittelt (1). Allerdings hat man seinerzeit bei der Suche nach Lignit das Hauptaugenmerk auf die obermiocaenen Sedimente beiderseits des oberen Trasubbietales gerichtet, weil man dort die Fortsetzung des bereits seit dem Ende des letzten Jahrhunderts in Baccinello und Cana abgebauten Lignitflözes vermutet hatte. Deshalb wurden nur innerhalb eines etwa 1 km breiten Streifens entlang des südöstlichen Randes unseres Untersuchungsgebietes Bohrungen abgeteuft, so dass wir, was die Lösung tektonischer und stratigraphischer Fragen anbetrifft, für den Grossteil des bearbeiteten Gebietes nur auf Beobachtungen an der Oberfläche angewiesen waren.

Immerhin war es anhand dieser Bohrungen und den Gallerien möglich, ein Profil (siehe Fig. 27) zu konstruieren, welches ziemlich genau den tatsächlichen Verhältnissen entsprechen dürfte, und da nicht anzunehmen ist, dass der sich daraus ergebende Stil einer Tektonik von antithetischen Bruchschollen nur gerade für die durch Bohrungen dokumentierte Zone zutrifft, ist mit Sicherheit das ganze Neogenbecken von Baccinello durch Verwerfungen in Schollen zerlegt worden, auch wenn freilich nicht alle Störungen an der Oberfläche aufs Genaueste erfasst werden können. In den mehr oder weniger senkrecht zum Streichen der Schichten verlaufenden Längstäler, vor allem des F. Sansola und des F. Taffone, wo grössere Partien der obermiocaenen Serie exponiert sind, war es dann auch unter Verwendung der Formation mc (obere Süsswasserkalke mit charakteristischen Mollusken) als Bezugselement möglich, einen durchaus analogen tektonischen Stil festzustellen, obwohl sich dort, allerdings nur sehr untergeordnet, auch rechtfallende Brüche zu den antithetischen Verwerfungen

(1) Für die Überlassung sämtlicher, die Bohrungen betreffenden Dokumente sind wir der Direktion der CO.MI.BA., der letzten Grubenarbeitergenossenschaft, zu grossem Dank verpflichtet.

gesellen und nur selten Sprunghöhen grösseren Ausmasses auftreten. Einzig die Störung, welche z.T. von pliocaenen Sedimenten maskiert, ungefähr parallel zum unteren Teil des F. Taffone verläuft und auf Grund des Wiedererscheinens der Formation mc an den Abhängen des sich vom Pod.e Camposasso zum Pod.e il Coppaio erstreckenden Hügelzuges erkenntlich ist, weist einen Verwerfungsbetrag (ca. 50 m) auf, der grössenordnungsmässig den durch die Bohrungen am sudöstlichen Randgebiet der untersuchten Gegend ermittelten Sprunghöhen entspricht.

Ferner ist auch im nördlichen und nordöstlichen Teil des Untersuchungsgebietes, wo vor allem zur Formation mv gehörende Schichten zu Tage treten, in welchen, wie bereits erwähnt, auf Grund des einheitlichen lithologischen Charakters Störungen völlig unerkenntlich sind, mit mehreren Verwerfungen zu rechnen, da im Falle einer bruchlosen Schiefstellung Mächtigkeiten resultierten, die den auf das Standardprofil im oberen Trasubbietal abgestimmten Rahmen, erheblich überschreiten würden.

Wie aus den in Fig. 27-30 dargestellten Profilen hervorgeht, sind nicht alle Verwerfungen zur selben Zeit angelegt worden, sondern während drei, altersmässig getrennten Bruchphasen entstanden, von welchen die älteste nach der Ablagerung und Diagenese der die obermiocaene Serie von Baccinello abschliessenden Süsswasserkalke der Formation mc und vor der Überdeckung durch die Unterpliocaenen Konglomerate, also in einem dem Pontien s.s. entsprechenden Intervall stattgefunden hat. Diese oberstmiocaene Bewegungsphase, die durch alle jene Verwerfungen dokumentiert wird, welche von ungestörten Konglomeraten der Formation pp überlagert werden, dürfte die ausgeprägte Schiefstellung mit Abdachung der Schichten gegen Westen bewirkt haben, obwohl nicht ausgeschlossen ist, dass auch während der jüngeren, tektonisch aktiven Perioden zusätzliche Verstellungen der Schichten erfolgt sind. Als Beispiel für diese Bruchphase seien die Verwerfungen unterhalb Fatt.a del Baccinello und Pod.e Giardino auf Profil Fig. 27, alle in Profil Fig. 28 dargestellten Brüche sowie einige der Störungen in Profil Fig. 29 angeführt.

Eine zweite tektonische Phase ist daran erkenntlich, dass auch die unterpliocaenen Konglomerate verworfen sind, jedoch ohne, dass die darüberfolgenden marinen, hauptsächlich pelitischen Ablagerungen in die Dislokationen mit einbezogen wurden, woraus hervorgeht, dass die entsprechenden Krustenbewegungen etwas nach dem Beginn des Unterpliocaens stattgefunden haben. Verwerfungen dieses Alters sind seltener als die obermiocaenen Störungen; als Beleg dafür diene der bereits erwähnte Bruch parallel zum Taffone-Unterlauf.

Im Laufe einer dritten tektonischen Periode wurden dann schliesslich auch die marinen Sedimente der Formation pm von Störungen betroffen, und zwar sicher in postunterpliocaenen, aber vermutlich praequartären Zeiten, da an den terrassierten Alluvionen keinerlei Verstellungen zu beobachten sind. Als klares Beispiel für diese wahrscheinlich letzte Bewegungsphase dient der Bruch wenig E des Pod.e la Crocina, länge welchem mittlere Einheiten der obermiocaenen Formation mv und die unterpliocaene Formation pm aneinanderstossen.

Sicher sind während der letzten zwei Phasen bereits in praeunterpliocaenen Zeiten angelegte Verwerfungen reaktiviert worden. Besonders deutlich ist dies an den geologischen Gegebenheiten in der Umgebung von P. 315 (SE Pod.e la Crocina) zu erkennen, wo die Süsswasserkalke der Formation mc und von marinen Peliten der Formation pm überlagerte unterpliocaene Konglomerate entlang eines Bruches aufeinandertreffen. Während auf der östlichen Seite der Verwerfung eine vollständige obermiocaene Serie ansteht, sind im westlichen Flügel vor der Ablagerung der unterpliocaenen Konglomerate die Süsswasserkalke und die obere Partie der Formation mv abgetragen worden, so dass hier die Psephite der Formation pp auf weit ältere Schichten transgrediert sind als auf der östlich des Bruches gelegenen Scholle. Daraus folgt, dass die obermiocaenen Schichten bereits vor der Überdeckung durch die pliocaenen Konglomerate verworfen und schiefgestellt worden sind, wobei der westliche Flügel gegenüber dem östlichen gehoben und dann bis auf Schichten der Formation mv abgetragen wurde, während im abgesunkenen östlichen Flügel eine vollständige obermiocaene Serie erhalten geblieben ist. Dass wir nun heute entlang dieser Verwerfung einen lateralen Sprung von unterpliocaenen Konglomeraten in obermiocaene Süsswasserkalke feststellen, kann nur einer postunterpliocaenen Reaktivierung, und zwar in der praepliocaenen Anlage entgegengerichtetem Sinn, zuzuschreiben sein.

Die Tektonik des westlichen Teils des Untersuchungsgebietes, wo vornehmlich unterpliocaene Konglomerate und marine Pelite exponiert sind, werden wir anlässlich der Diskussion der Lagerungsverhältnisse zwischen den unterpliocaenen Formationen pp und pm im folgenden Abschnitt behandeln.

Diskussion der Auflagerung der unterpliocaenen Konglomerate und Pelite (Formationen pp und pm) und ihre gegenseitige Lagebeziehung (siehe auch Fig. 30).

Aus der dieser Arbeit beigelegten geologischen Karte ist ersichtlich, dass die Deutung der zwischen den unterpliocaenen Formationen pp und pm herrschenden Lagebeziehungen mit einer Anzahl von Problemen ver-

bunden ist, die sich teils aus der ungenügenden Zugänglichkeit der Grenzen zwischen den Konglomeraten und den marinen Peliten, teils aber auch aus der unterschiedlichen Ausbildung der beiden unterpliocaenen Formationen im E und im W des Untersuchungsgebietes ergeben.

Im Osten stellen die Konglomerate eine geringmächtige, diskordant aufliegende Bedeckung nicht nur der obermiocaenen Formationen mc und mv, sondern auch der Gesteine des praeneogenen Beckensubstrats dar und werden an verschiedenen Stellen von ebenfalls nie sehr mächtigen, unzusammenhängenden Relikten der marinen, fossilführenden Schichten der Formation pm überlagert.

Im Westen liegen die Konglomerate hingegen als mächtige Schuttfächer vor und sind vorzugsweise auf den Erhebungen anzutreffen, während die marinen Pelite der Formation pm vor allem in den Depressionen zwischen den aus Konglomeraten aufgebauten Hügelzügen auftreten. Die Auflagerungsfläche der pliocaenen Formationen ist W des Fosso Sansola und N des Fosso Fronsina nirgends mehr aufgeschlossen; der westlichen Partie des Profils Fig. 30 kommt deshalb ein stark hypothetischer Charakter zu.

Im zentralen Teil des Untersuchungsgebietes, der eine Übergangszone zwischen den beiden oben kurz skizzierten Verhältnissen darstellt, liegen die marinen Sedimente der Formation pm in diskordanter Weise an verschiedenen Stellen direkt auf obermiocaenen Schichten. Am Weg NE Pod.e il Coppaio und 300 m SE P. 118 (700 m SSE Pod.e la Ciaia) überlagern sie die Süsswasserkalke (mc), an folgenden Lokalitäten hingegen zur Formation mv gehörende Schichten:

— südliche Böschung des Taffone-Unterlaufes, ca. 400 m vor dessen Eintritt in den T. Melacce;
— nördliche Böschung des Taffone-Oberlaufes 300 m WNW P. 206;
— NNE Pod.e Camposasso an der südlichen Böschung des Taffone;
— SW Pod.e Camposasso, entlang des kleinen Seitengrabens, der bei P. 145 in den Fosso Sansola mündet;
— N P. 204 (600 m SSE Pod.e Camposasso);
— N P. 182, N und W P. 228 an den rechtsufrig des F. Fronsina, ca. 650 m N des Pod.e Repenti gelegenen Hügeln.

Auf Grund der diskordanten Auflagerung von Schichten der Formation pm über obermiocaene Formationen muss einerseits eine partielle Abtragung der Konglomerate vor der Ablagerung der marinen Pelite angenommen, anderseits aber auch für die marinen Pelite eine transgressive Lagerung über die Konglomerate in Betracht gezogen werden.

Für die folgende Diskussion ist ferner die Tatsache, dass micro-und macropaläontologische Untersuchungen für die Formation pm im Westen

und im Osten dasselbe Alter ergeben haben, von grosser Bedeutung. Ein weiterer Faktor, der es seiner Wichtigkeit halber verdient, besonders hervorgehoben zu werden, ergibt sich aus der Tatsache, dass innerhalb der von den unterpliocaenen Schichten eingenommenen Partie des Untersuchungsgebietes weder im Felde noch auf Aereophotogrammen tektonische Linien sichtbar sind.

Es bieten sich nun mehrere Möglichkeiten für eine Lösung der aus diesen geologischen Gegebenheiten resultierenden Problem an.

1. Es könnte sich bei den unterpliocaenen Sedimenten um eine ungestörte, isoklinal gegen Westen einfallende, kontinuierliche Serie handeln, innerhalb welcher Konglomerate und marine Pelite alternieren (1), doch sprechen viele Argumente gegen eine solche Deutung der Lagebeziehungen zwischen den Formationen pp und pm. In diesem Falle ergäbe sich nämlich für die unterpliocaenen Sedimente eine enorme Mächtigkeit (ca. 1200 m), die aus benachbarten Gebieten bekannte Mächtigkeitsbeträge ausserordentlich überschreiten würde. Auch wären unter diesen Umständen beträchtliche Altersunterschiede zwischen den Faunen im Osten und Westen des Untersuchungsgebietes zu erwarten gewesen, da als logische Folge der Annahme einer isoklinal gegen Westen einfallenden Serie bei der oben erwähnten Mächtigkeit die Schichten im Westen merklich jünger als diejenigen im Osten sein sollten. Ferner konnte im Laufe der Felduntersuchungen der Beweis, dass die marinen Pelite tatsächlich mit den Konglomeraten wechsellagern, nicht erbracht werden, da nirgends beobachtet werden konnte, dass die Formation pm unter den Psephiten der Formation pp durchzieht. Auf Grund der Unmöglichkeit, diese Interpretation durch gut fundierte Argumente zu erhärten, sahen wir uns gezwungen, eine den Anforderungen besser genügende Auslegung des Sachverhalts zu suchen.

2. Eine weitere Möglichkeit, die mit der Lagebeziehung zwischen den Konglomeraten (pp) und der Formation pm verbundenen Probleme einer Lösung näher zu bringen, ergäbe sich aus einer Interpretation, die der Tektonik eine bedeutsame Rolle zuschreibt und ein System von antithetischen, mehr oder weniger parallel ausgerichteten Verwerfungen für die Alternanz von Konglomeraten und marinen Peliten längs eines von NE nach SW verlaufenden Profiles verantwortlich machen würde. Nach die-

(1) Für die Alternanz von Konglomeraten und marinen Peliten liesse sich ein Wechselspiel von Hebung und Senkung in Küstennähe mit entsprechend hin und her pendelnder Strandlininie verantwortlich machen. Hebung hätte jeweils vermehrte Schuttzufuhr vom Kontinent her bewirkt, Senkung ein Vorgreifen der marinen pelitischen Fazies zur Folge gehabt.

ser Auffassung wäre eine im Liegenden aus Konglomeraten, im Hangenden aus marinen Mergeln und Tonen bestehende Platte, die sich im Laufe der transgressiven Phase eines Sedimentationszyklus gebildet haben könnte, unter Abdachung gegen Westen durch Bruchtektonik in Schollen zerlegt worden. Diese Deutung würde der Forderung nach Gleichaltrigkeit der Faunen im E und im W des Untersuchungsgebietes genügen und auch die Mächtigkeit der unterpliocaenen Formationen in annehmbaren Rahmen belassen, doch muss auch sie auf Grund der Tatsache, dass absolut keine tektonischen Linien sichtbar sind, fallen gelassen werden.

Ein sowohl die unter Punkt 1 angeführte Version, als auch die hier erläuterte Auffassung widerlegendes Argument ergibt sich aus der ziemlich sicher diskordanten Überlagerung der Formation pm über die Konglomerate der Formation pp, da beiden Interpretationen die Annahme eines kontinuierlichen Überganges zwischen den unterpliocaenen Formationen zu Grunde liegt.

3. In Profil Fig. 30 ist diejenige Interpretation dargestellt, welche nach unserer Auffassung am ehesten dem wirklichen Sachverhalt entspricht, obwohl auch sie einer ganz eindeutigen Untermauerung ermangelt.

Die dieser Darstellung zu Grunde liegende Konzeption beruht auf der Annahme, dass die beiden unterpliocaenen Formationen nicht zu einem Sedimentationszyklus gehören, sondern zeitlich und genetisch zwei gesonderte Formationen representieren. Demnach betrachten wir die psephitische Formation pp als eine Gruppe von aneinander anschliessenden Schotterfächer, die durch den sich im E in Hebung befindlichen Apennin gespeist, über das tektonisch und erosiv gebildete Relief des Obermiocaens geschüttet wurden. Nach der Ablagerung dieser Schuttmassen folgte eine Periode starker erosiver Aktivität, die einen Grossteil der Schottermassen wieder wegräumte und die stratigraphisch tiefer liegenden obermiocaenen Schichten stellenweise wieder zum Vorschein brachte. Dieser Abtragung dürfte eine wahrscheinlich mit der auf p. 259 erwähnten Bruchtektonik des älteren Unterpliocaens zusammenhängende Hebung vorausgegangen sein, die sich vor allem auf den östlichen Bereich unseres Untersuchungsgebietes ausgewirkt hat, wo die Konglomerate in ihrer Mächtigkeit wesentlich stärker reduziert sind als im Westen. Im zentralen und westlichen Teil der bearbeiteten Gegend hat diese Abtragungsphase hingegen zu ausgeprägter Reliefbildung innerhalb der Schottermassen geführt, wobei eine Anzahl von tieferen Erosionsrinnen grösserer Ausmasse entstanden sind, die nach unserer Auffassung den heutigen ca. von SE nach NW verlaufenden Depressionen zwischen den Konglomeratrücken entsprechen.

Über den gesamten Konglomeratkomplex wurden dann im Laufe

der nun folgenden, von W und NW vorgreifenden marinen Transgression die Tone und Mergel der Formation pm mehr oder weniger gleichzeitig abgelagert, womit bereits die Voraussetzungen für die heutige Situation geschaffen waren, die sich im Folgenden durch weitere Degradation daraus entwickelt hat. Während aber im höher gelegenen östlichen Gebiet nur einige wenige Relikte der marinen Schichten vor der Abtragung verschont geblieben sind, konnten sich im zentralen und westlichen Teil des Untersuchungsgebietes in den oben erwähnten Erosionsrinnen mächtigere Portionen der unterpliocaenen Pelite erhalten. Die im vorhergehenden Abschnitt angeführte postunterpliocaene tektonische Phase könnte auch in diesem Teil erneute Bruchbildung und Schiefstellung der Schichten hervorgerufen haben, doch konnten wir im Felde nirgends sichere Anzeichen für in dieser oder früheren Perioden entstandene Dislokationen ermitteln. Aus Analogiegründen zu den weiter im Osten angetroffenen Verhältnissen haben wir dennoch auf Profil Fig. 30 einige hypothetische Verwerfungen eingetragen.

Es ist leicht einzusehen, dass eine derartige Auslegung des geologischen Sachverhalts gegenüber den ersten zwei Versionen grosse Vorteile aufweist, da sie auf einfache Weise eine befriedigende Erklärung für die eigentümlichen geologischen Gegebenheiten zu liefern vermag:

a) Es kann auf im Felde absolut nicht nachweisbare Verwerfungen verzichtet werden.

b) Es wird eine plausible Erklärung für die Gleichaltrigkeit der Faunen im E und W des Untersuchungsgebietes geboten.

c) Die Mächtigkeit der insgesamt ins Unterpliocaen gestellten Sedimente bleibt in durchaus annehmbaren Rahmen.

d) Der unregelmässige Verlauf der Grenzen zwischen den unterpliocaenen Konglomeraten und den darüberliegenden Tonen und Mergeln findet eine logische Begründung.

e) Es ergibt sich eine Erklärung für die diskordante Auflagerung der unterpliocaenen Formationen auf Schichten der obermiocaenen Serie.

Leider erlaubten es die Aufschlussverhältnisse der zur Diskussion stehenden Gegend nicht, absolut stichhaltige Beweise für die in Fig. 29 dargestellte Auslegung zu erbringen. So konnte beispielsweise an den nach NE abfallenden Flanken der von den Konglomeraten gebildeten Hügelzüge nirgends eine deutliche Winkeldiskordanz zwischen Konglomeraten und Peliten festgestellt werden, woraus sich schon ein unsere Auffassung stark bekräftigendes Indiz ergeben hätte. Auch konnten entlang der Grenzen zwischen den marinen Peliten der Formation pp und den Konglomeraten nur im östlichen Untersuchungsgebiet und auch

dort bloss vereinzelt deutliche Transgressionserscheinungen (Muschelbrekzien, angebohrte und von Austern besetze Gerölle) festgestellt werden; es ist vielmehr fast überall ein sehr abrupter Übergang von den stark ans festländische Milieu gebundenen Konglomeraten in die marine Fazies der Formation pm zu beobachten.

Aus diesen Gründen bleibt auch diese Darstellung trotz der sich daraus ergebenden unbestreitbaren Vorteile mit gewissen Zweifeln behaftet, doch war es mit den uns zu Verfügung stehenden, rein auf Oberflächenbeobachtungen angewiesenen Untersuchungsmethoden nicht möglich, für die mit der gegenseitigen Lagebeziehung der unterpliocaenen Formationen und deren Auflagerung auf die obermiocaene Serie verbundenen Probleme eine unanfechtbare Lösung zu finden.

LITERATURVERZEICHNIS

AGIP MINERARIA (1957) - Foraminiferi Padani (Terziario e Quaternario). Atlante iconografico e distribuzione stratigrafica. 52 Taf., San Donato Milanese.

AMERICAN COMMISSION ON STRATIGRAPHIC NOMENCLATURE (1961) - Code of Stratigrafic Nomenclature. *Bull. Amer. Ass. Petr. Geol.*, v. 45, n. 5, pp. 645-665, Tulsa.

BARBIERI F. (1953) - Il Pliocene di Val di Recchio (Parma). *Boll. Serv. Geol. Italia*, v. 74, n. 1, pp. 171-179, Roma.

BARBIERI F. & MOSNA S. (1963) - *Bolivina apenninica*, nuova specie del Pliocene Italiano. *Atti Ist. Geol. Univ. Pavia*, v. 14, pp. 17-19, 1 Taf., Pavia.

BARKER W. R. (1960) - Taxonomic Notes on the species figured by H. B. Brady in his Report on the Foraminifera dredged by H. M. S. Challenger during the years 1873-1876. *Soc. Econ. Paleont. Mineral., Spec. Publ.*, n. 9, 238 pp., 115 Taf., Tulsa.

BERGER W. (1957) - Untersuchungen an der obermiozänen (sarmatischen) Flora von Gabbro (Monti livornesi) in der Toskana. Ein Beitrag zur Auswertung tertiärer Blattformen für Klima- und Florengeschichte. *Palaeont. Ital.*, v. 51, pp. 1-96, 2 Taf., 2 fig., Pisa.

BIELIAEVA N. V. (1963) - Verbreitung der planktonischen Foraminiferen auf dem Boden des indischen Ozeans (in Russisch). *Vopr. Mikropal.*, vgp. 7, Moskau.

BLOW W. H. (1959) - Age correlation and biostratigraphy of the Upper Tocuyo (San Lorenzo) and Pozon Formations, Eastern Falcon, Venezuela. *Bull. Amer. Paleont.*, v. 39, n. 178, pp. 67-251, 18 Taf., 4 Tab., Ithaca.

BOLLI H. M. (1957) - Planktonic Foraminifera from the Oligocene-Miocene Cipero and Lengua Formations of Trinidad. *B.W.I., U.S. Nat. Mus. Bull.*, n. 215, pp. 97-213, 8 Taf., 4 fig., Washington.

BOLLI H. M. (1964) - Observations on the stratigraphic distribution of some warm water planktonic Foraminifera in the Young Miocene to Recent. *Ecl. Geol. Helv.*, v. 57, n. 2, pp. 541-551, 1 fig., Basel.

BOLLI H. M. & BERMUDEZ P. J. (1965) - Zonation based on planktonic Foraminifera of Middle Miocene to Pliocene warm-water sediments. *Bol. As. Ven. Geol. Min. Petr.*, v. 8, n. 5, pp. 121-149, 1 Taf., Caracas.

CAPELLINI G. (1878) - Il calcare di Leitha, il Sarmatiano e gli strati a Congerie nei Monti di Livorno, di Castellina Marittima, di Miemo e di Montecatini. *Acc. Lincei, Mem. descr., Cl. Sc. Fis. Mat. Nat.*, s. 3, v. 2, Roma.

CAPELLINI G. (1880) - Gli strati a Congerie e la formazione gessoso-solfifera nella provincia di Pisa e nei dintorni di Livorno. *Acc. Lincei, Mem. descr., Cl. Sc. Fis. Mat. Nat.*, s. 3, v. 5, Roma.

Christodoulou G. (1960) - Geologische und mikropaläontologische Untersuchungen auf der Insel Karpathos (Dodekanes). *Palaeontographica*, v. 115, Abt. A, pp. 1-143, 16 Taf., 23 fig., Stuttgart.

Cita M. B. & Chierici M. A. (1962) - Crociera talassografica adriatica 1955. V. Ricerche sui Foraminiferi contenuti in 18 carote prelevate sul fondo del Mare Adriatico. *Arch. Oceanogr. Limnol.*, v. 12, n. 3, pp. 297-359, 8 Taf., 27 fig., Venezia.

Cita M. B., Premoli-Silva I. & Rossi R. (1965) - Foraminiferi planctonici del Tortoniano-tipo. *Riv. Ital. Paleont. Strat.*, v. 71, n. 1, pp. 217-308, 14 Taf., 9 fig., Milano.

Colom G. (1954) - Estudio de las biozonas con Foraminiferos del Terciario de Alicante. *Bol. Inst. Geol. Min.*, v. 66, pp. 101-379, 35 Taf., 16 fig., Madrid.

Conato V. (1953) - Una microfauna pliocenica del Subappennino romagnolo. *Boll. Serv. Geol. Italia*, v. 74, n. 1, pp. 155-168, 1 Taf., Roma.

Cushman J. A. (1921) - Foraminifera of the Philippine and adjacent Seas. *U.S. Nat. Mus. Bull.*, n. 100, v. 4, 608 pp., 100 Taf., Washington.

Cushman J. A. (1937) - A Monograph of the subfamily *Virgulininae* of the Foraminiferal Family *Buliminidae. Cush. Lab. Foram. Res., Spec. Publ.*, n. 9, 228 pp., 24 Taf., Sharon.

Cushman J. A. (1939) - A Monograph the foraminiferal Family *Nonioninae. U.S. Geol. Surv. Prof. Pap.*, n. 191, 100 pp., 20 Taf., Washington.

Cushman J. A. (1945) - The species of Foraminifera recorded by d'Orbigny in 1826 from the Pliocene of Castell'Arquato, Italy. *Cush. Lab. Foram. Res., Spec. Publ.*, n. 13, pp. 5-27, Sharon.

Cushman J. A. & Parker F. L. (1947) - *Bulimina* and related foraminiferal genera. *U.S. Geol. Surv. Prof. Pap.*, n. 210 D, pp. 55-176, 30 Taf., Washington.

Cushman J. A. & Todd R. (1941) - Notes on the species *Uvigerina* and *Angulogerina* from Pliocene and Pleistocene. *Contr. Cush. Lab. Foram. Res.*, v. 17, n. 3, pp. 70-78, 4 Taf., Sharon.

Cushman J. A. & Todd R. (1942) - The genus *Cancris* and its species. *Contr. Cush. Lab. Foram. Res.*, v. 18, n. 4, pp. 72-94, 8 Taf., Sharon.

Dal Piaz G. & Trevisan L. (1956) - Lexique stratigraphique international, v. 1, Europe, n. 11, Italia, 186 pp., 5 fig., Paris.

De Castro C. & Pilotti C. (1933) - I giacimenti di lignite della Toscana. *Mem. Descr. Carta Geol. Italia*, v. 23, 216 pp., 19 Taf., 9 fig., Roma.

Decima A. (1962) - Osservazioni sulle argille ritenute plioceniche del versante meridionale delle Madonie (Sicilia centro-settentrionale). *Riv. Ital. Paleont. Strat.*, v. 68, n. 3, pp. 389-428, 2 Taf., 3 fig., Milano.

De Terra H. (1956) - New approach to the problem of man's origin. *Science*, v. 124, n. 3235, pp. 1282-1285, 3 fig., New York.

di Napoli Alliata E. (1951) - Considerazioni sulle microfaune del Miocene superiore italiano. *Riv. Ital. Paleont. Strat.*, v. 57, n. 4, pp. 91-120, 3 Taf., Milano.

Dieci G. (1959) - I Foraminiferi tortoniani di Montegibbio e Castelvetro (Appennino Modenese). *Palaeont. Ital.*, v. 54, pp. 1-113, 8 Taf., 2 fig., Pisa.

Dondi L. (1963) - Nota paleontologico-stratigrafica sul pedeappennino padano. *Boll. Soc. Geol. Ital.*, v. 81, n. 4, pp. 113-247, 27 Taf., 24 fig., Roma.

d'Orbigny A. (1846) - Foraminifères fossiles du Bassin Tertiaire de Vienne (Autriche). 312 pp., 21 Taf., Paris.

Dunbar C. O. & Rodgers J. (1957) - Principles of Stratigraphy. 356 pp., 123 fig., 21 Tab., Wiley & Sons, New York.

Falini F. (1948) - Il bacino lignitifero di Baccinello-Cana (Grosseto). *Atti Congr. Miner. Ital.*, 1948, pp. 1-31, 1 Taf., 1 Tab., 1 fig., Cagliari.

Galloway J. J. & Wissler S. G. (1927) - Pleistocene Foraminifera from the Lomita Quarry, Palos Verdes Hills, California, *Journ. Paleont.*, v. 1, n. 1, pp. 35-87, 6 Taf., Sharon.

Gianelli L., Salvatorini G. & Tongiorgi M. (1963) - Studio micropaleontologico dei depositi marini del complesso neoautoctono di Perolla (Massa Marittima) Grosseto. *Atti Soc. Toscana Sc. Nat.*, v. 70, s. A, pp. 152-201, 3 Taf., 3 fig., Pisa.

Giannini E. (1955) - Studio micropaleontologico di un livello argilloso di dubbia interpretazione nel complesso neoautoctono mio-pliocenico presso Pomaia (Pisa). *Atti Soc. Toscana Sc. Nat.*, v. 62, n. 2, pp. 445-466, 2 Taf., Pisa.

GIANNINI E. (1960) - Studio di alcune sezioni stratigrafiche nel Miocene superiore delle colline livornesi ed osservazioni sui caratteri e sui limiti del Messiniano in Toscana. *Giorn. Geol.*, s. 2, v. 28, pp. 35-58, 2 fig., Bologna.

GIANNINI E. (1962) - Geologia del Bacino della Fine (province di Pisa e Livorno). *Boll. Soc. Geol. Ital.*, v. 81, n. 2, pp. 99-224, 1 Taf., 41 fig., Pisa.

GIANNINI E., NARDI R. & TONGIORGI M. (1962) - Osservazioni sul problema della falda toscana. *Boll. Soc. Geol. Ital.*, v. 81, n. 2, pp. 17-98, 17 fig., Pisa.

GIANNINI E. & TAVANI G. (1959) - Una nuova specie di *Cibicides* del Terziario. *Atti Soc. Toscana Sc. Nat., Mem.*, s. A, v. 66, n. 2, pp. 418-421, 2 Taf., Pisa.

GIANNINI E. & TAVANI G. (1960) - Foraminiferi miocenici e pliocenici di un sondaggio effettuato in Val di Trossa (Toscana). *Palaeont. Ital.*, v. 55, pp. 25-90, 9 Taf., Pisa.

GIANNINI E. & TONGIORGI M. (1958) - Osservazioni sulla tettonica neogenica della Toscana marittima. *Boll. Soc. Geol. Ital.*, vol. 77, n. 2, pp. 147-170, 5 Taf., Pisa.

GIANNINI E. & TONGIORGI M. (1959) - Stratigrafia neogenica Toscana: 1. L'Arenaria Elveziana di Ponsano (Volterra). *Boll. Soc. Geol. Ital.*, v. 83, n. 2, pp. 83-100, 8 Taf., 3 fig., Pisa.

GIGNOUX M. (1913) - Les formations marines pliocènes et quaternaires de l'Italie du Sud et de la Sicile. *Ann. Univ. Lyon*, n.s., v. 36, 693 pp., 21 Taf., 42 fig., Lyon.

GILLET S. (1963) - Revision des Mollusques de la collection Capellini. *Giorn. Geol.*, s. 2, v. 30, pp. 373-409, 2 Taf., 1 fig., Bologna.

GILLET S., LORENZ H. G. & WOLTERSDORF F. (1965) - Introduction à l'étude du Miocène supérieur de la région de Baccinello (environs de Grosseto, Italie). *Bull. Serv. Carte Géol. Als. Lorr.*, v. 18, n. 1, pp. 31-42, 2 Taf., 1 fig., Strasbourg.

HÜRZELER J. (1958) - *Oreopithecus bambolii* Gervais. A preliminary report. *Verh. Naturf. Ges. Basel*, v. 69, n. 1, pp. 1-48, 26 fig., Basel.

IACCARINO S. (1963) - Il Pliocene inferiore del Rio Lombasino (S. Andrea Bagni-Parma). *Riv. Ital. Paleont. Strat.*, v. 69, n. 2, pp. 261-284, 1 Taf., Milano.

LAZZAROTTO A., MAZZANTI R. & SALVATORINI G. (1964) - Esame geologico e micropaleontologico di alcune sezioni del complesso neoautoctono delle valli di Cornia e di Milia (Province di Pisa e Grosseto). *Boll. Soc. Geol. Ital.*, v. 83, n. 1, pp. 1-60, 1 Taf., 11 fig., Pisa.

LIPPARINI T. (1930) - Foraminiferi delle marne grigie tortoniane di Fontanelice di Val di Santerno (Imola). *Giorn. Geol.*, s. 2, v. 5, pp. 113-128, 1 Taf., Bologna.

LONGINELLI A. (1956) - Foraminiferi del Calabriano e Piacenziano di Rosignano Marittimo e della Val di Cecina. *Palaeont. Ital.*, v. 49, pp. 99-214, 15 Taf., Pisa.

LOTTI B. (1891) - Note descrittive sul rilevamento geologico delle tavolette di Orbetello, Talamone e Grosseto. *Boll. R. Com. Geol. Ital.*, anno 22, pp. 10-32, 2 fig., Roma.

LÜTTIG G. (1958) - Stratigraphische Bemerkungen zum nichtmarinen Quartär Mittelitaliens *Geol. Jb.*, v. 75, pp. 651-662, 1 Taf., 1 fig., Hannover.

LÜTTIG G. (1959 - Zur Stratigraphie und Paläogeographie des mittelitalienischen Pliopleistozäns. *Zeit. Deut. Geol. Ges.*, v. 111, n. 2, pp. 486-501, 2 fig., Hannover.

LÜTTIG G. (1959) - Die umbrotoskanische Braunkohlenformation in moderner geologischer Sicht. *Braunkohle, Wärme und Energie*, n. 9, pp. 350-355, 6 fig.

LÜTTIG G. (1962) - Italienisches und griechisches Pliopleistozän. Gedanken und Vergleiche besonders im Hinblick auf die Braunkohlengeologie. *Zeit. Deut. Geol. Ges.*, v. 114, n. 1, pp. 7-31, 4 fig., Hannover.

LÜTTIG G. (1966) - Die nichtmarinen « Neogen »-Becken im Mittelmeerraum und ihre Bedeutung für die Stratigraphie. *Comm. Mediterranean Neogene Strat., Proc. third session Berne*, 8-13 June 1964, pp. 148-157, 2 fig., Leiden.

MARKS P. jr. (1951) - A revision of the smaller Foraminifera of the Vienna Basin. *Contr. Cush. Found. Foram. Res.*, v. 2, n. 2, pp. 33-73, 4 Taf., Washington.

MARTINIS B. (1950) - Le microfaune dell'affioramento pliocenico di Casanova Lanza (Como). *Riv. Ital. Paleont. Strat.*, v. 56, n. 2, pp. 55-64, Milano.

MARTINIS B. (1954) - Ricerche stratigrafiche e micropaleontologiche sul Pliocene piemontese. *Riv. Ital. Paleont. Strat.*, v. 60, n. 2-3, pp. 45-115, pp. 125-195, 4 Taf., 9 fig., Milano.

MAZZANTI R. (1961) - Geologia della zona di Montaione tra le valli dell'Era e dell'Elsa. *Boll. Soc. Geol. Ital.*, v. 80, n. 2, pp. 37-126, 1 Taf., 34 fig., Pisa.

Mazzanti R., Squarci P. & Taffi L. (1963) - Geologia della zona di Montecatini Val di Cecina in Provincia di Pisa. *Boll. Soc. Geol. Ital.*, v. 82, n. 2, pp. 1-67, 3 Taf., 18 fig., Pisa.

Merciai G. (1907) - Sopra alcuni resti di Vertebrati miocenici delle ligniti di Ribolla. *Atti Soc. Toscana Sc. Nat., Mem.*, v. 23, pp. 79-87, 2 Taf., Pisa.

Merla G. (1952) - Geologia dell'Appennino settentrionale. *Boll. Soc. Geol. Ital.*, v. 70, 382 pp., 11 fig., Pisa.

Mistretta E. (1962) - Foraminiferi planctonici del Pliocene inferiore di Altavilla Milicia (Palermo, Sicilia). *Riv. Ital. Paleont. Strat.*, v. 68, n. 1, pp. 97-114, 5 Taf., Milano.

Moncharmont Zei M. (1955) - Contributo alla conoscenza del Calabriano della valle dell'Ofanto. *Boll. Serv. Geol. Italia*, v. 77, n. 4-5, pp. 499-553, 10 Taf., Roma.

Nicosia M. L. (1957) - Lamellibranchi di Altavilla Milicia nel F. 250 Braghiera (Isola di Sicilia). *Boll. Serv. Geol. Italia*, v. 79, n. 1-2, pp. 261-290, 3 Taf., Roma.

Novarese V. (1897) - Strati pontici nei dintorni di Campagnatico e Paganico (Prov. Grosseto). *Boll. Soc. Geol. Ital.*, v. 16, pp. 69-72, Roma.

Novarese V. (1908) - I terreni miocenici di Val di Bruna (Maremma toscana) ed i loro giacimenti di lignite. *Boll. R. Com. Geol. Ital.*, v. 39, n. 1-2, pp. 4-28, pp. 85-114, 2 Taf., Roma.

Pantanelli D. (1879) - Sugli strati miocenici del Casino (Siena) e considerazioni sul Miocene superiore. *R. Acc. Lincei*, anno 276, pp. 1-21, 5 Taf., Roma.

Papani G. & Pelosio G. (1962) - La serie pliopleistocenica del T. Stirone (Parmense occidentale). *Boll. Soc. Geol. Ital.*, v. 81, n. 4, pp. 293-362, 7 Taf., 10 fig., Roma.

Papp A. (1959) - Umfang und Gliederung des oberen Miozäns im Mittelmeergebiet und in Mitteleuropa. *Mitt. Geol. Ges. Wien*, v. 52, pp. 169-176, Wien.

Parker F. L. (1962) - Planktonical foraminiferal species in Pacific sediments. *Micropaleont.*, v. 8, n. 2, pp. 219-254, 10 Taf., New York.

Perconig E. (1955) - Ricerche stratigrafiche e micropaleontologiche nella Regione Marchigiana (Foglio Fermo). *Boll. Serv. Geol. Italia*, v. 77, n. 2-3, pp. 199-269, 1 Taf., Roma.

Perconig E. (1955) - Due nuove specie di *Uvigerina* del Neogene della Pianura padana. *Boll. Serv. Geol. Italia*, v. 77, n. 2-3, pp. 181-198, 3 Taf., Roma.

Pezzani F. (1963) - Studio micropaleontologico di un campione della serie messiniana di Tabiano Bagni (Parma). *Riv. Ital. Paleont. Strat.*, v. 69, n. 4, pp. 559-662, 10 Taf., Milano.

Phleger F. B. (1960) - Ecology and distribution of recent Foraminifera. 297 pp., 11 Taf., 83 fig., The John Hopkins Press, Baltimore.

Phleger F. B. & Parker F. L. (1951) - Ecology of Foraminifera, Northwest Gulf of Mexico. *Geol. Soc. Amer. Mem.*, n. 46, 46 pp., 20 Taf., 33 fig., Baltimore.

Proto Decima F. (1953) - Studio micropaleontologico sulla serie miocenica del Trevigiano occidentale. *Riv. Ital. Paleont. Strat.*, v. 59, n. 3, pp. 139-144, Milano.

Rossi Ronchetti C. (1952, 1955) - I tipi della « Conchiologia fossile subapennina » di G. Brocchi. *Riv. Ital. Paleont. Strat.*, Mem. 5, pt. 1, 2, 343 pp., 185 fig., Milano.

Ruggieri G. (1956) - I lembi miocenici del Livornese nel quadro della tettonica dell'Appennino. *Atti Acc. Sc Ist. Bologna, Cl. Sc. Fis.*, anno 244, Rend., s. 2, v. 3, n. 2, pp. 140-151, Bologna.

Ruggieri G. (1961) - Alcune zone biostratigrafiche del Pliocene e del Pleistocene italiano. *Riv. Ital. Paleont. Strat.*, v. 67, n. 4, pp. 405-417, Milano.

Ruggieri G. & Selli R. (1948) - Il Pliocene ed il Postpliocene dell'Emilia. *Int. Geol. Congr.*, 18 Sess., pt. 9, pp. 85-93, London.

Selli R. (1960) - Il Messiniano Mayer-Eymar 1867. Proposta di un Neostratotipo. *Giorn. Geol.*, s. 2, v. 28, pp. 1-33, 2 fig., Bologna.

Signorini R. (1963) - Sguardo d'insieme alla geologia della Toscana a sud dell'Arno. *Mem. Soc. Geol. Ital.*, v. 4, 19 pp., Roma.

Squarci P. & Taffi L. (1963) - Geologia della zona Chianni-Laiatico-Orciatico (Prov. Pisa). *Boll. Soc. Geol. Ital.*, v. 82, n. 2, pp. 219-290, 3 Taf., 17 fig., Pisa.

Tavani G. (1955) - Studio paleontologico delle carote di alcuni sondaggi effettuati nel Miocene della Val di Cecina. *Atti Soc. Toscana Sc. Nat.*, v. 62, pp. 142-176, 2 fig., Pisa.

Tavani G. (1958) - Osservazioni su alcune specie di Foraminiferi del Miocene superiore. *Atti Soc. Toscana Sc. Nat.*, s. A, v. 65, n. 1, pp. 6-14, Pisa.

TEICHMÜLLER M. (1963) - Die *Oreopithecus*-führende Kohle von Baccinello bei Grosseto (Toskana/Italien). *Geol. Jb.*, n. 80, pp. 69-110, 9 Taf., 3 fig., Hannover.

TONGIORGI M. (1956) - *Tectochara etrusca* n. sp. nelle ligniti mioceniche di Baccinello (Grosseto). *Boll. Soc. Geol. Ital.*, v. 75, n. 2, pp. 1-19, 1 Taf., 5 fig., Pisa.

TONGIORGI M. (1963) - La questione dell'arenaria di Perolla (Massa Marittima - Grosseto). *Boll. Soc. Geol. Ital.*, v. 82, n. 2, pp. 475-504, 1 Taf., 10 fig., Pisa.

TREVISAN L. (1957) - Sul complesso sedimentario del Miocene superiore e Pliocene della Val di Cecina e sui movimenti tettonici tardivi in rapporto ai giacimenti di lignite e di salgemma. *Boll. Soc. Geol. Ital.*, v. 70, pp. 65-78, 6 fig., Pisa.

WINKLER HERMADEN A. (1960) - Der Vergleich der obermiozän-pliozänen Schichtfolgen im Mediterranbereich mit jenen in den pannonisch-pontischen Gebieten. *Mitt. Geol. Ges. Wien*, v. 52, pp. 225-243, Wien.

ZAPPI L. (1961) - Il Pliocene di Castel Verrua. *Atti Soc. Ital. Sc. Nat.*, v. 100, pp. 73-204, 6 Taf., Milano.

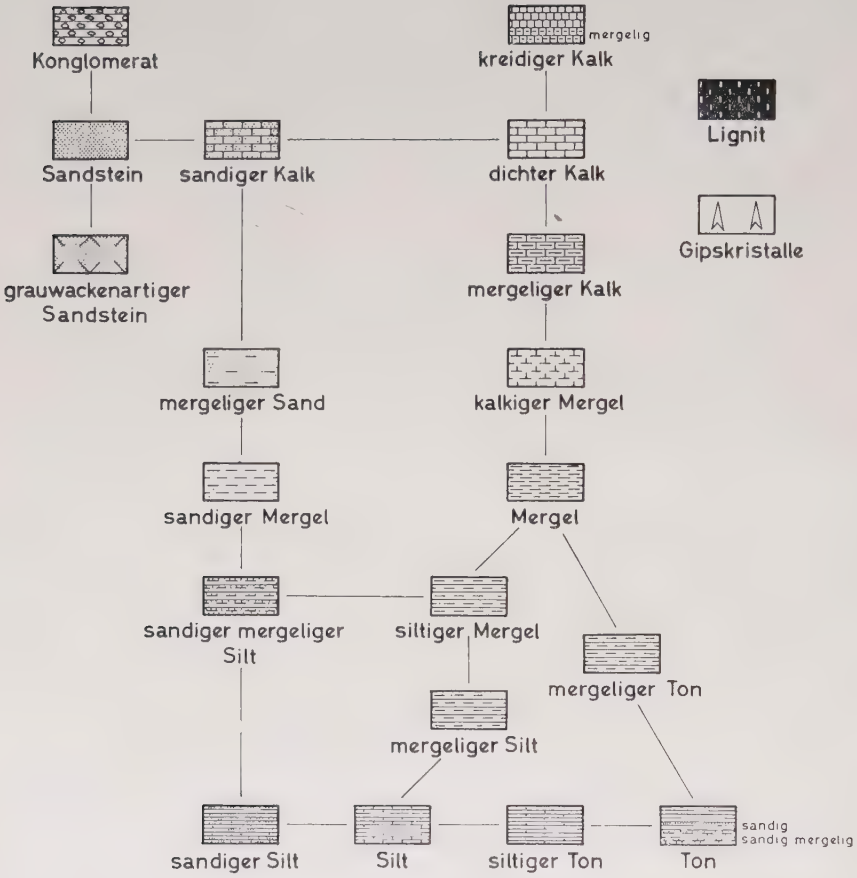
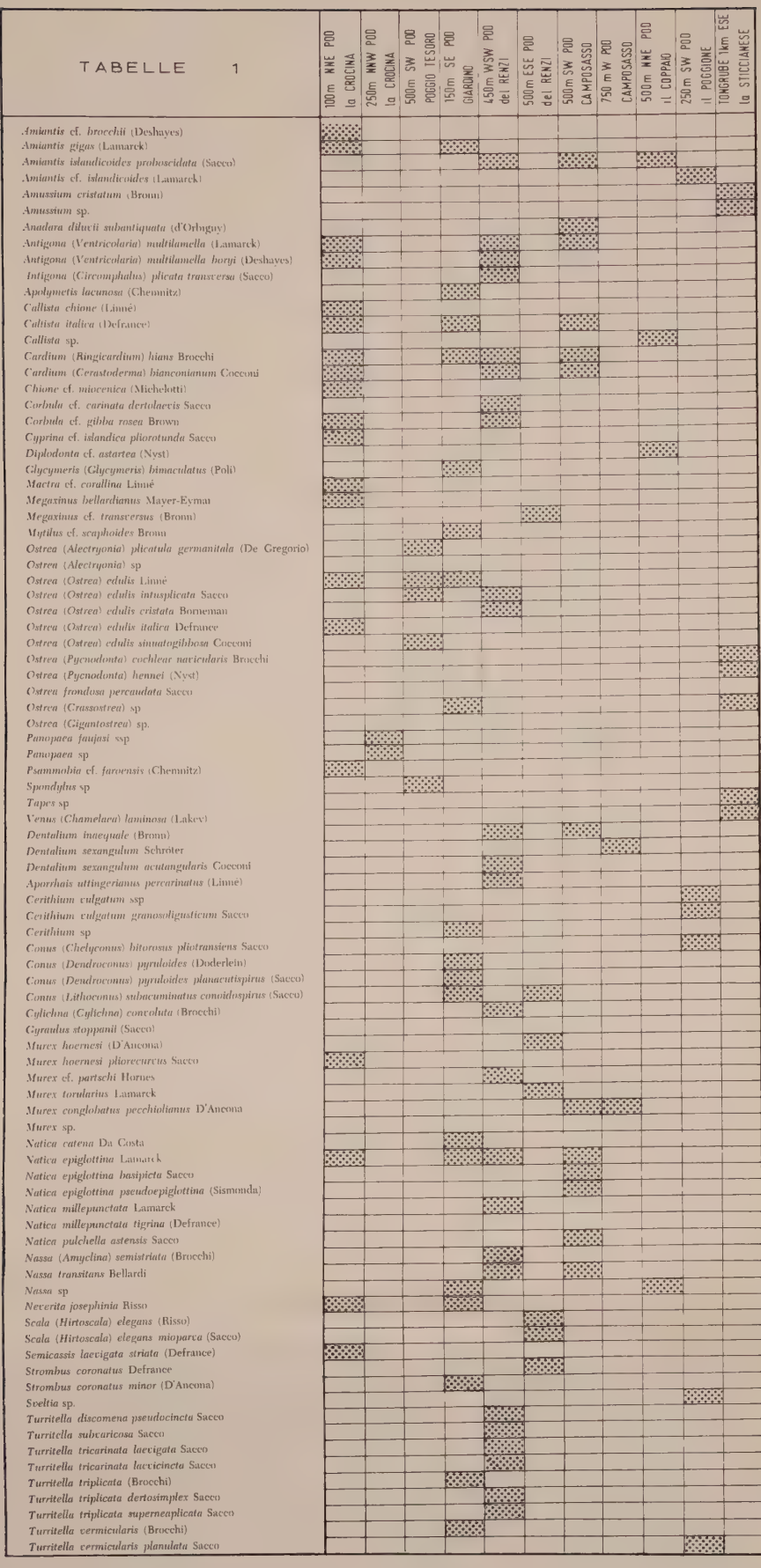
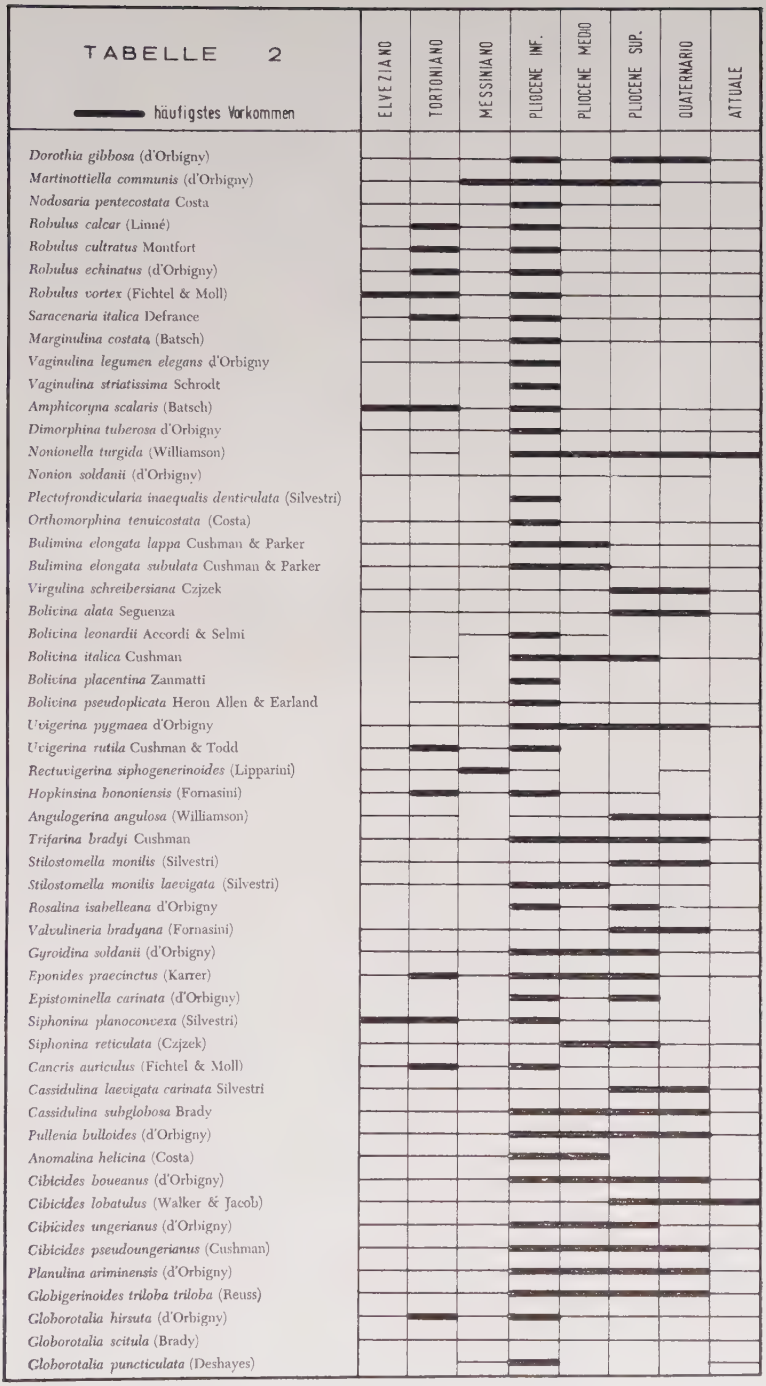


Fig. 26 - Legende zu den stratigraphischen Profilen.

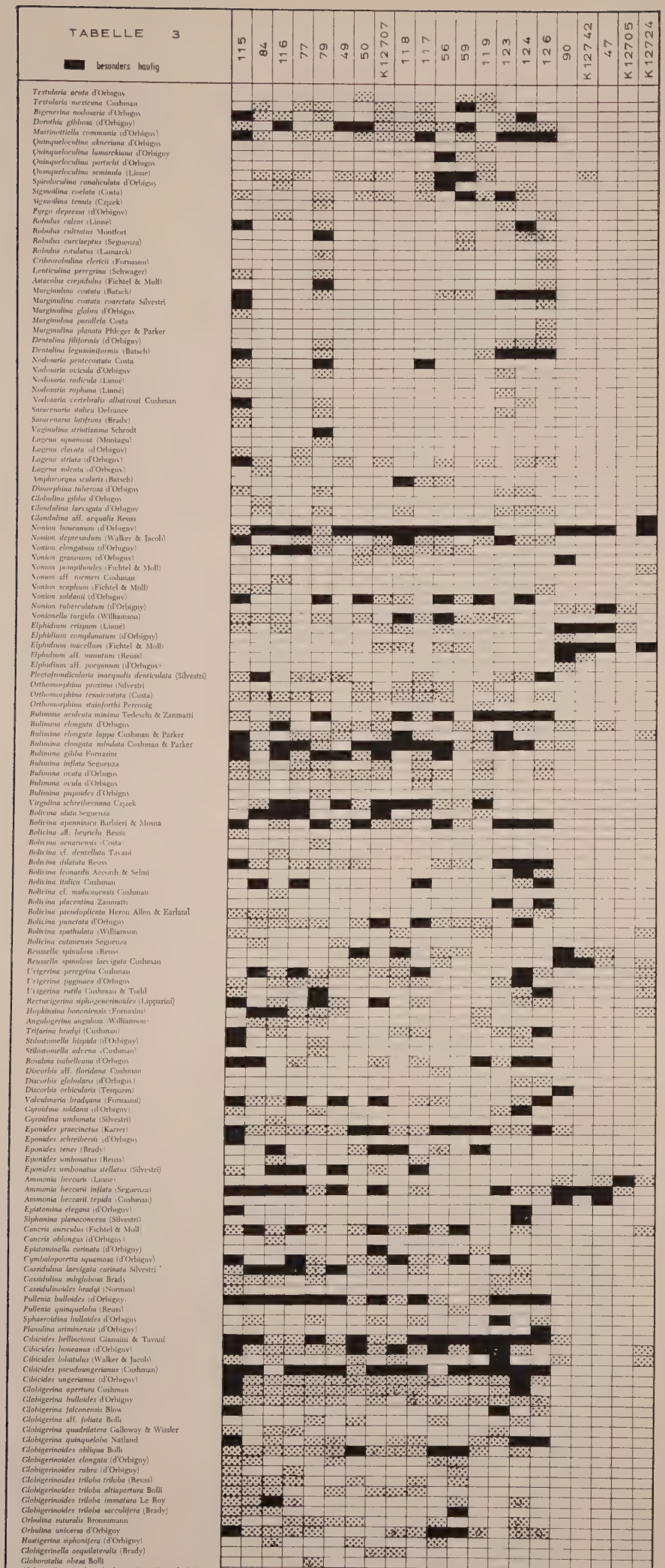
TABELLE 1



Tab. 1 - Verteilung der einzelnen Mollusken Arten auf die verschiedenen Fossilfundstellen.



Tab. 2 - Stratigraphische Verbreitung in Italien, vom Elveziano an, der wichtigsten Foraminiferen von « La Sticcianese ».



Tab. 3 - Auftreten und relative Häufigkeit der Foraminiferen den marinen Sedimenten im Bereich Pian d'Orneta, Pod.e Rotigli, Pod.e La Ciaia, Pod.e Il Poggione, Pod.e La Crocina, Pod.e Repenti.

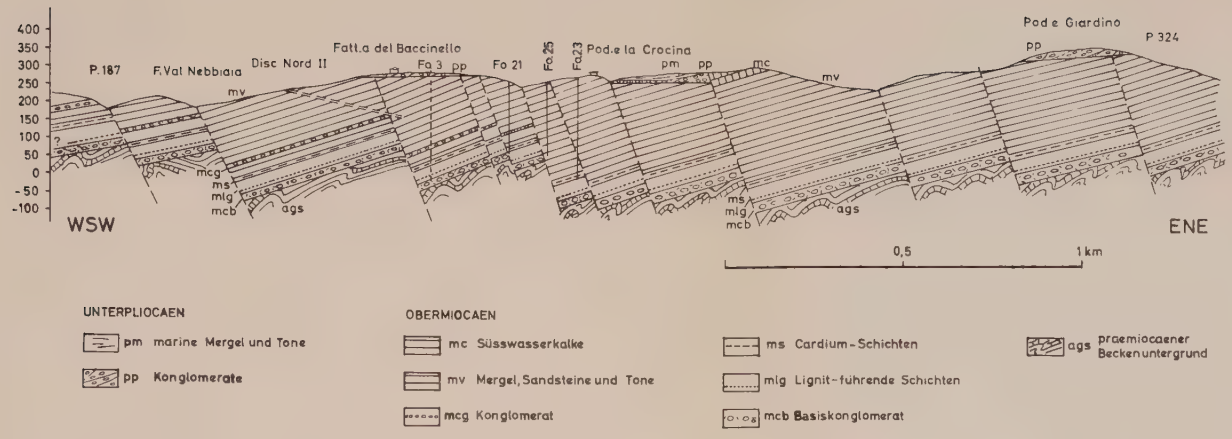

400
350
300
250
200
150
100
50
0
-50
-100
P.187
F.Val Nebbiaia
Disc Nord II
Fatt.a del Baccinello
Fa 3
Fo 21
Fa.25
Fa.23
Pod.e la Crocina
Pod.e Giardino
P 324
pp
pm
mc
mv
mcg
ms
mig
mcb
ags
WSW
ENE
0,5
1 km
UNTERPLIOCAEN
pm marine Mergel und Tone
pp Konglomerate
OBERMIOCAEN
mc Süsswasserkalke
mv Mergel, Sandsteine und Tone
mcg Konglomerat
ms Cardium-Schichten
mig Lignit-führende Schichten
mcb Basiskonglomerat
ags praemiocaener Beckenuntergrund

Fig. 27.

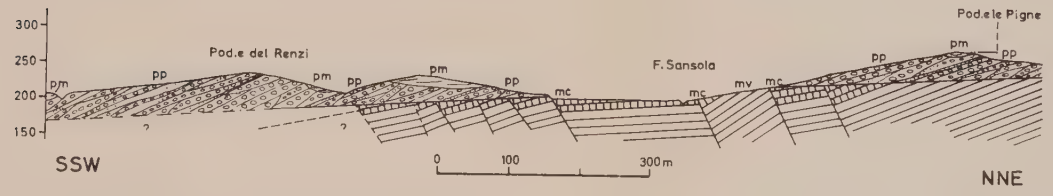

300
250
200
150
Pod.e del Renzi
F. Sansola
Pod.e le Pigne
pm
pp
mc
mv
SSW
NNE
0
100
300 m

Fig. 28.

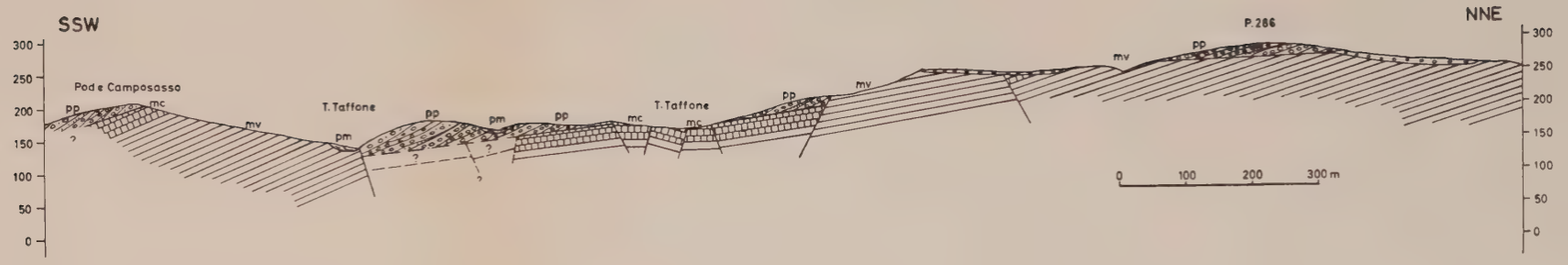

SSW
NNE
Pod e Camposasso
T. Taffone
T. Taffone
P. 286
pp
mc
mv
pm
0 100 200 300 m

Fig. 29.

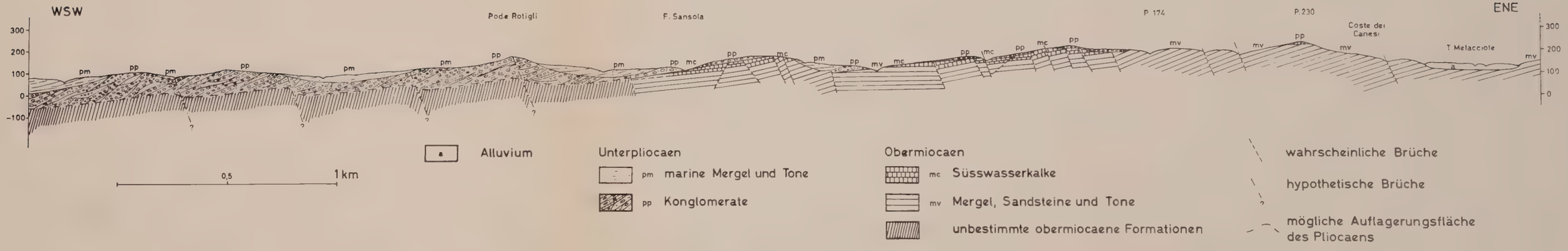

WSW
ENE
Podr Rotigli
F. Sansola
P. 174
P. 230
Coste dei Canesi
T. Melacciole
0,5
1 km
Alluvium
Unterpliocaen
pm marine Mergel und Tone
pp Konglomerate
Obermiocaen
mc Süsswasserkalke
mv Mergel, Sandsteine und Tone
unbestimmte obermiocaene Formationen
wahrscheinliche Brüche
hypothetische Brüche
mögliche Auflagerungsfläche des Pliocaens

Fig. 30.

Geologische Kartenskizze

des Lignitbeckens von Baccinello

aufgenommen von H. G. Lorenz

N

0 0,5 1km

Massstab 1 : 20 000

Fallzeichen
Verwerfung
Hypothetische Verwerfung
Bergwerk (aufgelassen)
Abraumhalde

Fundstelle von Vertebraten
Ausbisse des unteren Lignitflözes
Ausbisse des oberen Lignitflözes
▲ F7 Bohrung
C — D Profile (vgl. Textfig. 26 - 29)

Torrente Melacce
Pod.e l'Olivastro
Pod.e della Ciaia
Pod.e il Poggione
Pod.e il Coppalo
Granaione
Fosso Sansola
Pod.e Campasasso
Fosso Taffone
Pod.e le Pigne
Pod.e Rotigli
Pod.e del Renzi
Pod.e d'Poggio Miliotto
Pod.e Poggio Tesoro
T. Melacce
Pod.e Castagnolo
Pod.e il Cerro
Pod.e Fornaciaccia
Pod.e S. Luciano
Pod.e la Dogana
Pod.e Giardino
Pod.e la Cava
Pod.e la Locca
Pod.e Molino della Scioiola
Pod.e Poggio Abechi
Pod.e del Moro
Pod.e Repenti
Pod.e la Crocina
Le Costarelle
Fronsina
Fosso di Fronsina
Fatta del Baccinello
Pod.e Campana
Fosso di Tequattro Canne
Pod.e la Privlona
Le Strette
Fronsina
Pod.e Ceppicheta
Pod.e S. Croce
Pod.e Serratone
Baccinello
Pod.e Sorbello
Fosso di Calcinaio
Torrente Trasubbie
Fosso delle Fonte

Quartär
- Alluvionen (a)
- Terrassen (aa)
- Gehängeschutt
- Rutschungen

Pliocaen
- Marine Tone, Mergel und Sande (pm)
- Muschelbrekzie (pbc)
- Konglomerate (pp)

Oberes Miocaen
- Süsswasserkalke und -mergel (mc)
- Sande, Silte und Mergel mit Resten von Vertebraten (mv)
- Cardien-Mergel (ms)
- Tone, Silte und Sande (mlg) mit mächtigeren Konglomeratlinsen (mcg) (an der Basis Lignitflöz)
- Basiskonglomerat (mcb)

Praeneogenes Beckensubstrat
- "Argille Scagliose" s.l.

TAFEL 13.

Fig. 1 - *Vaginulina striatissima* Schrodt.
Probe 79; × 50.

Fig. 2 - *Marginulina costata coarctata* Silvestri.
Probe 79; × 25.

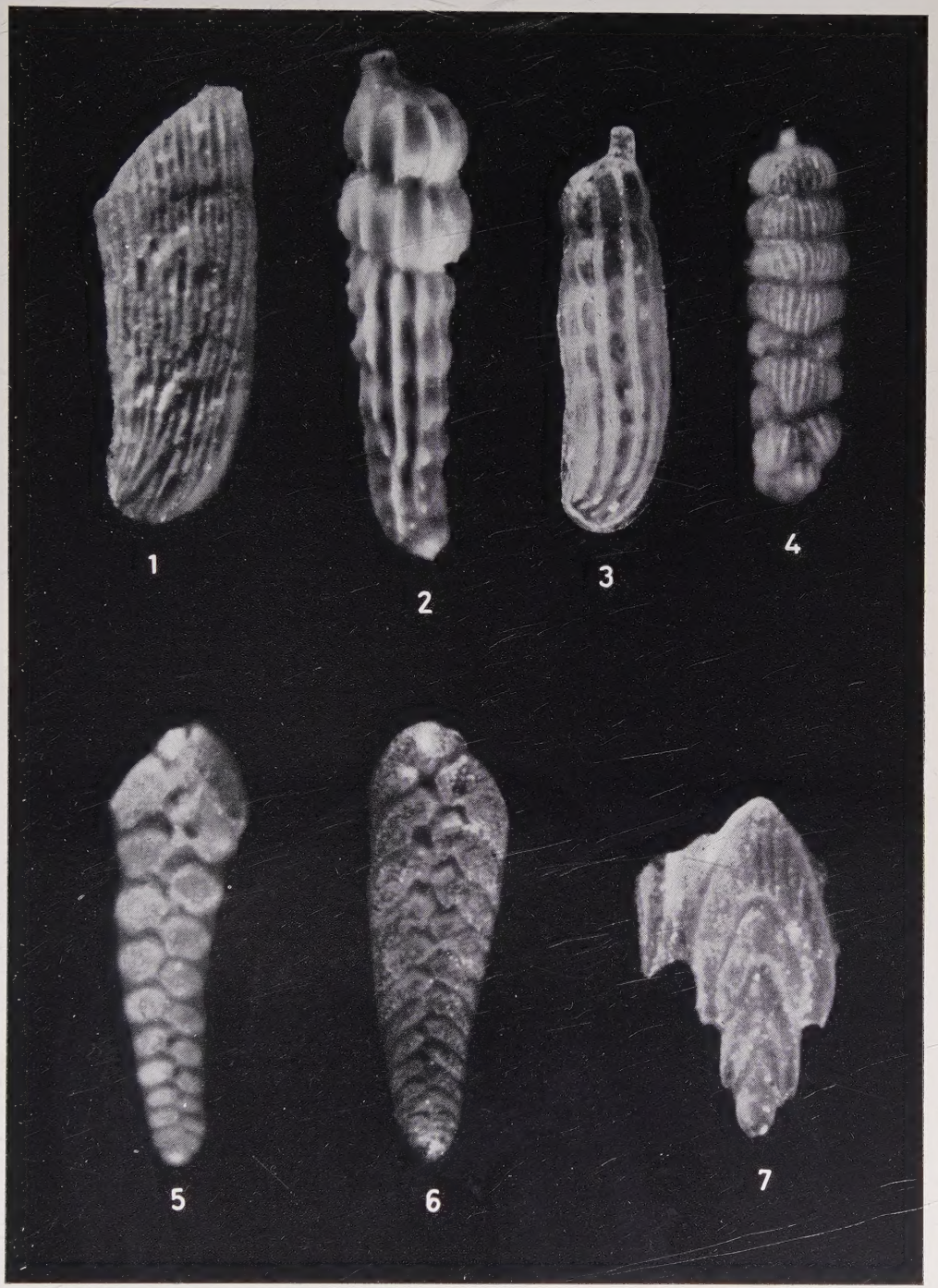
Fig. 3 - *Marginulina costata* (Batsch).
Probe 126; × 25.

Fig. 4 - *Rectuvigerina siphogenerinoides* (Lipparini).
Probe 117; × 100.

Fig. 5 - *Bolivina placentina* Zanmatti.
Probe 126; × 100.

Fig. 6 - *Bolivina apenninica* Barbieri & Mosna.
Probe 123; × 100.

Fig. 7 - *Plectofrondicularia inaequalis denticulata* (Silvestri).
Probe 130 (Tongrube ESE Ten.ta della Sticcianese), Bruchstück; × 75.


1
2
3
4
5
6
7